

## ГЕОДЕЗИЯ

УДК 528.44

**Р.В.Бузук, Е.В.Колокольцов, Е.Г.Шумова**

### **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНИКА *Trimble 5700* ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МЕЖЕВЫХ СЕТЕЙ**

В ближайшие годы перед кадастровыми службами стоит грандиозная задача: произвести межевание с закреплением границ земельных отводов, принадлежащих городам, районным центрам, населенным пунктам городского типа и сельским поселениям на всей территории Кемеровской области. Несомненно, что при выполнении этих работ будут востребованы инженеры специальности 311100 «Городской кадастр», которых готовит кафедра маркшейдерского дела и геодезии КузГТУ.

Наряду с традиционными методами для целей межевания все чаще применяют спутнико-

вые приемники [1,2].

Согласно инструкции [1] межевание должно выполняться в большинстве случаев посредством построения опорных межевых сетей (ОМС) и межевых сетей (МС) с относительными погрешностями 1:6000 и 1:3000, обеспечивая СКП взаимного положения межевых знаков от 2 до 4 см.

В 2004 г. на геополигоне кафедры было проведено переопределение координат пунктов геодезической сети ступенчатого спутниковыми приемниками *Trimble 5700*.

Геодезическая основа геополигона была создана в 1998 г.

полигонометрией 4 класса (1:25000) в условной системе координат и с тех пор неоднократно переопределялась и пополнялась. К 2004 году геодезическая сеть геополигона представлена 20 пунктами полигонометрии 4 класса, 1 разряда и 15 пунктами 2 разряда.

Высотная основа представлена нивелированием 3 класса по пунктам полигонометрии 1 разряда, а также нивелированием 4 класса и техническим нивелированием.

Созданная планово-высотная основа позволяет проводить учебные геодезические практики у студентов 1, 2 кур-

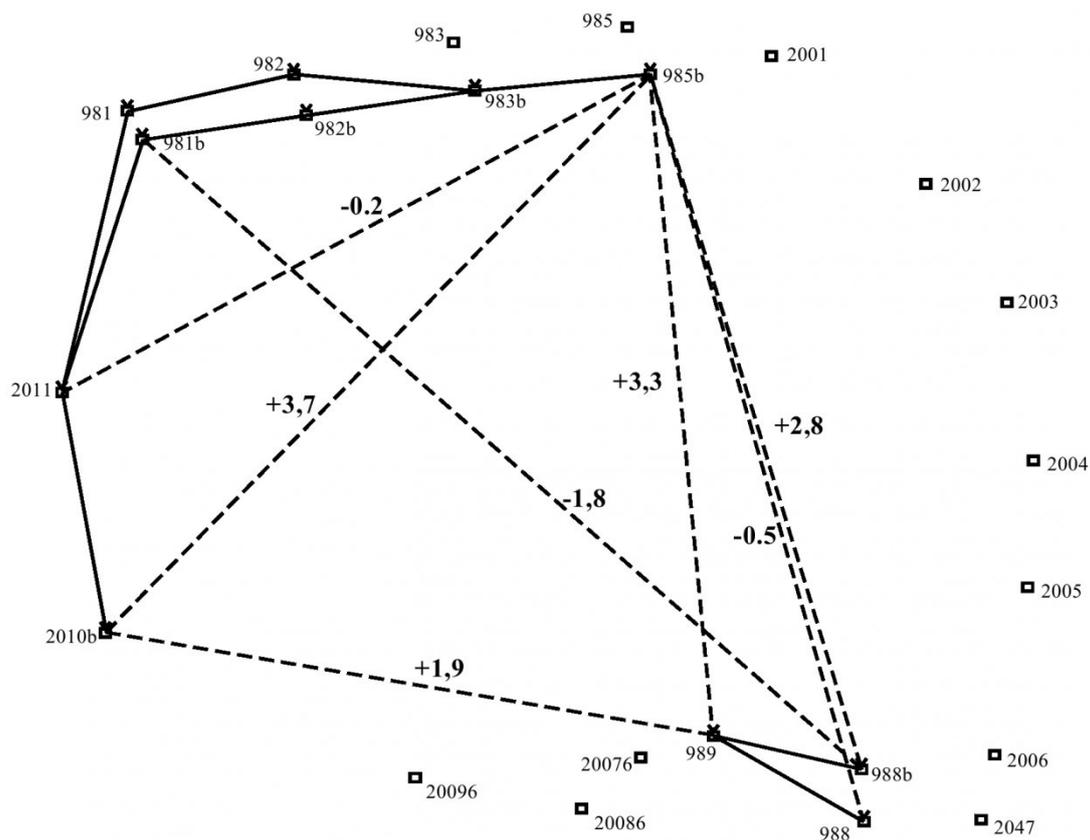
Таблица 1

Таблица расхождений длин линий, измеренных спутниковым приемником *Trimble 5700* и вычисленных по координатам пунктов полигонометрии 4 класса (1:25000)

Название линии	$S_{сн\text{ит.}}$ , м	$S_{г\text{еод.}}$ , м	$S_{с-г}$ , м	$\Delta S/S$
981b – 982b	159.336	159.342	-0.006	1:159300
982b – 983b	93.682	93.700	-0.018	1:5200
983b – 985b	170.647	170.662	-0.015	1:9500
981b – 2011	223.211	223.232	-0.021	1:10600
2011 – 2010b	148.953	148.927	+0.026	1:5700
2010b – 989	448.572	448.553*	+0.019	1:23609
989 – 988	134.297	134.338	-0.041	1:3300
989 – 988b	131.954	131.953	+0.001	1:132000
2011 – 981	226.462	226.443	+0.019	1:11900
988b – 985b	573.697	573.669*	+0.028	1:20500
985b – 2011	551.589	551.591*	-0.002	1:275800
988b – 981b	716.157	716.175*	-0.018	1:39800
988 – 985b	582.732	582.737*	-0.005	1:116500
982 – 983b	83.911	83.876	+0.035	1:2397
981 – 982	172.879	172.866	+0.013	1:13300
2010b – 985b	632.260	632.223*	+0.037	1:17100
989 – 985b	511.563	511.530*	+0.033	1:15500
			$\Sigma + 0,178$	
			$\Sigma - 0,126$	

\* - линии, вычисленные по координатам

$$m_s = \sqrt{\frac{\Delta S^2}{n}} = \pm 2,5 \text{ см}, \quad n=17, \quad m_s / S_{cp} = 1/13000$$



- ✠ — совмещенные пункты полигонометрии 4 класса (1:25000) и СОК
- — непосредственно измеренные линии
- - - — линии, вычисленные по координатам пунктов
- +3,3 — — разности длин линий, определенных по спутниковым и геодезическим координатам (см)

Схема геодезических пунктов геополигона «Аэропорт»,  
на которых выполнялись наблюдения спутниковым приемником *Trimble 5700*

сов специальности «Городской кадастр» и 1, 4 курсов специальности «Маркшейдерское дело», контролируя процессы создания сетей сгущения съемочного обоснования и съемок масштабов 1:500 – 1:1000.

Переопределение проводилось на одиннадцати пунктах полигонометрии 4 класса (1:25000) (рисунок) с целью:

- перехода от условной системы координат к системе координат 42 года;
- дополнительного

контроля координат пунктов плановой и высотной основы геополигона;

- анализа погрешностей спутниковых определений координат;

- сравнения точности и оперативности работы приемников в различных режимах применительно к межеванию границ земельных участков.

Работы выполнялись студентами-дипломниками специальности «Городской кадастр» Колокольцовым Е. В. и Вагановым Д. В., имеющими опыт работы со спутниковым приемником во время производственной практики на предприятии.

Координаты пунктов определялись роверной станцией в дифференциальном режиме кинематики в реальном времени (RTK) с короткой задержкой и быстрой статикой.

Опорная станция располагалась на базе в 7 км от геополигона. Подвижная станция ("ровер") после инициализации сигнала и измерений на пункте

перемещалась на следующий пункт (рисунок). Передвижения с пункта на пункт производились на автомобиле. При передвижении обеспечивался непрерывный прием сигналов на антенну приемника. Длительность сеанса не превышала 8÷10 минут. Измерения на пунктах 985bis, 983bis, 982bis, 982, 981bis, 981 выполнялись в трех режимах: кинематика без инициализации, кинематика и быстрая статика. Эти пункты находились на расстоянии 40÷60 метров от электролинии высокого напряжения, причем пункты 982bis, 983bis, 985bis – вблизи электрических опор, представляющих собой сложную металлическую конструкцию.

Этим обстоятельством объясняется отклонение координат и отметок, определенных на этих пунктах в режиме "кинематика без инициализации" на величины более одного метра от координат, определенных при других режимах. В остальных случаях разброс результатов не превышал 1 см, и в обработку были приняты средние значения координат и отметок.

Анализ точности выполненных спутниковых наблюдений производился различными способами (табл.2):

- из сравнения длин линий, измеренных светодальномером СП-2 и определенных спутниковым методом (табл. 1);

- по невязке в координатах замкнутого полигонометрического хода, в котором линии были взяты из спутниковых наблюдений, а горизонтальные углы – из полигонометрии 4

класса (1:25000);

- по отдельным линиям (рисунок), вычисленным по координатам пунктов полигонометрии и непосредственно не измерившимся, и этим же линиям, вычисленным по координатам из спутниковых определений.

Представленные здесь СКП измерения линий спутниковым приемником *Trimble 5700*, полученные разными способами, хорошо согласуются между собой и составили от 2,4 до 2,5 см.

Погрешность собственных измерений светодальномером СП-2 с учетом погрешностей центрирования не превышает 5 мм для  $S_{cp} \approx 300$  м и не оказывает существенного влияния.

Относительные погрешности для отдельных линий находятся в пределах от 1:2400 до 1:275000 и составляют в среднем 1:13000, что выше точности, предъявляемой к ОМС и полигонометрии 1 разряда. Максимальное отклонение не превысило значения  $2m_S$  и составило 4,1 см. В представленном в табл. 1 ряде измерений сумма положительных отклонений превышает сумму отрицательных (+0,178 м и -0,126 м).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по кадастровым съемкам земель. Часть 1. Межевание земель. Роскомзем, 1995г.
2. Инструкция по межеванию земель. Комитет РФ по земельным ресурсам и землеустройству. – М.: Роскомзем, 1996.
3. *Неумывакин Ю. К., Перский М. И.* Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ: Справ. пособие. – М.: Картогеоцентр – Геодезиздат, 1996. – 344с.

□ Авторы статьи:

Бузук  
Ростислав Вячеславович  
- канд. техн. наук, доц. каф. маркшейдерского дела и геодезии

Колокольцов  
Евгений Викторович  
- начальник отдела землеустройства и инженерно-изыскательских работ БТИ по Кемеровской области

Шумова  
Евгения Геннадьевна  
- ассистент каф. маркшейдерского дела и геодезии, инженер городского кадастра

Таблица 2

Сводная таблица оценки точности спутниковых наблюдений

Способ определений погрешностей измерений	$m_S = \sqrt{\frac{\Delta S^2}{n}} S_c$	$\frac{m_S}{S_{cp}}$
Из сравнения длин линий (спутн. – СП-2)	$\pm 2,5$ см $S_{cp}=327,1$ м	1:13100
По невязке комбиниров. хода	–	1:22950
Сравнение линий, вычисленных по координатам	$\pm 2,4$ см $S_{cp}=573,6$ м	1:23900

Аналогичные результаты были получены при эталонировании спутникового приемника, представленные в работе [2].

Объяснить причину наблюдаемого явления в настоящее время невозможно из-за недостаточности материалов исследований.

Оценка точности определения отметок, выполненная по разностям отметок пунктов, определенных спутниковым и геометрическим нивелированием 3 класса составила  $\pm 3$  см.

### ВЫВОДЫ

1. Спутниковый метод определения координат межевых пунктов приемником *Trimble 5700* соответствует требуемой точности и может применяться для построения ОМС.
2. При проектировании пунктов ОМС необходимо избегать линий короче 220 м и не располагать пункты вблизи линий высоковольтных передач.
3. Режимы "кинематика" и "быстрая статика" практически равнозначны.
4. Спутниковые измерения подтвердили высокую точность планово-высотной геодезической сети геополигона.