

УДК 528.16:681.3

**О. В. Кравченко**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ПУНКТОВ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАЛИБРОВОЧНЫХ РАЙОНОВ РАБОТ**

В статье рассмотрены вопросы преобразования координат пунктов, полученных с использованием геодезических спутниковых приемников GPS. Выполнена постобработка результатов спутниковых измерений в программе Trimble Geomatics Office. Проведены исследования фактической точности определения координат с использованием калибровочного района работ и без него, установлены зависимости между точностью положения пункта и его удаленностью от базовой станции.

In article deals with the transformation of coordinates of points, koordination using geodetic satellite receivers GPS. Postprocessing of the results of satellite measurements in the program Trimble Geomatics Office. Conducted investigations of the actual accuracy of the coordinates using the calibration of the work area and without it, the dependence between the accuracy paragraph and remove it from the base.

**Введение.** При выполнении топографо-геодезических работ для целей лесоустройства и данных учета лесного фонда широко используются геодезические спутниковые приемники GPS компании Trimble Navigation (США) [1]. Обработка результатов измерений с помощью этих приемников выполняется в программе Trimble Geomatics Office (TGO) [2–4].

Выполнение такого рода работ требует определения координат пунктов в государственной или местной системах координат. Поэтому для вычисления координат по результатам спутниковых измерений, выполняемых с помощью приемников GPS, необходима привязка к пунктам государственной геодезической сети (ГГС).

Известно, что координаты пунктов ГГС получены по результатам блочного уравнивания и имеют неизбежные искажения на каждом локальном участке уравнивания. Другими словами в координатах любого пункта ГГС присутствуют неизбежные погрешности, называемые ошибками исходных данных [5].

При выполнении спутниковых наблюдений можно получить координаты определяемой точки с большой точностью, зная координаты исходного пункта, например пункта ГГС. Но в большинстве случаев координаты этого пункта уже сами по себе ошибочны, поэтому на расстоянии от него в несколько километров определяемый пункт также будет иметь погрешность. Составными частями этой погрешности будут геометрическое расположение спутников на небесной сфере относительно каждого из приемников, а также влияние ионосферы на определение псевдодальностей от приемника до спутника.

При этом ошибка определяемого пункта будет зависеть от расстояния и ошибки исходных данных.

Выходом из данной ситуации может быть создание новой системы координат на локальный участок работ с использованием пунктов

ГГС. Такая система координат будет приближена к первоначальной, повторяя те же искажения, что и исходные пункты ГГС.

В программе TGO новая система координат для конкретного участка называется калибровочным районом. В этой системе координат при использовании одного исходного пункта можно вычислять координаты измеренных от него точек с большей точностью. Следует заметить, что это возможно лишь в пределах калибровочного района.

**Основная часть.** С целью практической оценки возможности применения калибровочных районов были определены координаты опорных пунктов геодезической сети Негорельского учебно-опытного лесхоза с использованием комплекта одночастотной спутниковой аппаратуры Trimble R3 в системе координат WGS-84.

Для преобразования координат по результатам спутниковых измерений, выполняемых с помощью приемников GPS, базовые станции были установлены на пунктах ранее созданной геодезической сети с известными координатами [6].

При проведении исследований необходимо было определить координаты пунктов опорной геодезической сети лесхоза в государственной и местной системах координат.

Для этого в процессе постобработки результатов спутниковых измерений в настройках проекта TGO выбраны параметры работ – шестиградусная зона, характерная для данного района местности.

Для практической оценки возможности применения калибровочных районов проведены исследования фактической точности определения координат с использованием калибровочного района и без него.

Затем выполнено сравнение координат каждого пункта ГГС, полученных в той и другой системах, с координатами, взятыми из каталога.

Результаты оценки точности определения плановых координат представлены в табл. 1, где  $\Delta X_{СК-42}$ ,  $\Delta Y_{СК-42}$  – отклонения координат пунктов ГГС, вычисленных в СК-42, от значений в каталоге;  $\Delta X_K$ ,  $\Delta Y_K$  – отклонения координат пунктов ГГС, вычисленных с помощью калибровочных районов работ, от значений в каталоге.

Таблица 1

**Результаты оценки точности преобразований координат**

№ точки	Отклонения координат пунктов от значений в каталоге, м			
	$\Delta X_{СК-42}$	$\Delta Y_{СК-42}$	$\Delta X_K$	$\Delta Y_K$
34	-0,57	-1,16	-0,01	-0,03
25	-0,53	-1,20	0,02	-0,05
33	-0,54	-1,19	0,02	-0,06
t6	-0,67	-1,25	-0,11	-0,15
31	-0,60	-1,01	-0,04	0,10
28	-0,55	-1,03	-0,02	0,08
29	-0,49	-0,99	0,03	0,11
35	-0,67	-1,30	-0,12	-0,15
t12	-0,43	-1,30	0,11	-0,12
t9	-0,51	-1,01	0,02	0,14

Аналогичные преобразования выполнены и для перехода к местной системе координат (табл. 2), где  $\Delta X_{МСК}$ ,  $\Delta Y_{МСК}$  – отклонения координат пунктов ГГС, вычисленных с помощью калибровочных районов в местной системе координат, от значений в каталоге.

Таблица 2

**Результаты оценки точности преобразований координат в местную систему**

№ точки	Отклонения координат, м		№ точки	Отклонения координат, м	
	$\Delta X_{МСК}$	$\Delta Y_{МСК}$		$\Delta X_{МСК}$	$\Delta Y_{МСК}$
34	-0,02	-0,01	29	-0,03	0,08
33	0,02	-0,04	35	-0,02	0,05
t6	-0,09	-0,17	t12	0,07	0,00
31	-0,04	0,09	t9	-0,04	0,19
28	-0,07	0,08	32	-0,02	0,00

Полученные результаты говорят о том, что при вычислении координат определяемой точки от точки с известными координатами (базовой точки) погрешность плановых координат возрастает при удалении от исходной (базовой) точки.

При вычислении координат выбранной точки в калибровочном районе удаление ее от исходной (базовой) точки не влияет на распределение ошибок определения плановых координат. Эти погрешности распределяются по закону, характерному для построенной модели новой системы координат (калибровочного района).

**Выводы.** Применение калибровочных районов снижает значение погрешностей координат пунктов, рассчитанные от одной базовой точки. Заменой калибровочного района может быть проект, содержащий пункты ГГС, определяющие параметры новой (локальной) системы координат, а также пространственные GPS-векторы от этих пунктов до базовой точки.

### Литература

1. Trimble Digital fieldbook. User manual / Trimble Navigation limited. – U.S.A., 2005. – 90 p.
2. Trimble Geomatics Office. User manual / Trimble Navigation limited. – U.S.A., 2001. – 144 p.
3. Wave Baseline Processing. User manual / Trimble Navigation limited. – U.S.A., 2001. – 84 p.
4. Network Adjustment. User manual / Trimble Navigation limited. – U.S.A., 2001. – 113 p.
5. Войтенко, А. В. Применение калибровочных районов работ при топографо-геодезических работах со спутниковыми приемниками GPS / А. В. Войтенко / GEOPROFI. RU: Электронный журнал по геодезии, картографии и навигации [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: [www.geoprofi.ru/technology/Article\\_2186\\_10.htm](http://www.geoprofi.ru/technology/Article_2186_10.htm). – Дата доступа: 20.04.2012.
6. Кравченко, О. В. Применение комплекта спутниковой аппаратуры Trimble R3 при определении местоположения пунктов / О. В. Кравченко // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – Вып. XVIII. – 2010. – С. 40–43.

Поступила 17.02.2013