

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛИБРОВОЧНЫХ РАЙОНОВ ПРИ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ СО СПУТНИКОВЫМИ ПРИЕМНИКАМИ GPS

А.В. Войтенко (Западно-Сибирский филиал ФГУП «Госземкадастръемка»–ВИСХАГИ, Омск)

В 2003 г. окончил землеустроительный факультет Омского государственного аграрного университета по специальности «инженер-геодезист». После окончания института работает в Западно-Сибирском филиале ФГУП «Госземкадастръемка»–ВИСХАГИ, в настоящее время — ведущий инженер технического отдела. Аспирант кафедры геодезии Омского государственного аграрного университета.

В практике топографо-геодезических работ различного назначения широко используются геодезические спутниковые приемники GPS компании Trimble Navigation (США). Обработка результатов измерений с помощью этих приемников выполняется с помощью программы Trimble Geomatics Office (TGO), в основе которой лежит алгоритм Wave, разработанный Дельфийским университетом на базе Lambda-метода (<http://enterprise.lr.tudelft.nl/mgr>). Данный метод предназначен для высокоточного вычисления пространственного вектора по биениям фаз несущих частот. Для работы Wave-алгоритма требуются одновременные измерения двумя приемниками, причем, каждый из них должен наблюдать одноименное созвездие спутников. Кроме того, необходимо, как минимум, четыре спутника. При фиксированной длине базовой линии погрешность определения длины вектора составляет несколько миллиметров. Для этих целей в TGO используется модуль «GPS-обработка базовых линий». Дальнейшая обработка по уравниванию сети, кроме длины вектора, требует и его направления в

пространстве, т. е. положение вектора относительно осей исходной системы координат WGS–84. Сложность возникает при вычислении параметров, определяющих положение вектора в пространстве в системе координат, отличной от WGS–84.

В Российской Федерации при выполнении топографо-геодезических работ требуется определять координаты в государственной или местной системах координат. Поэтому для вычисления координат по результатам спутниковых измерений, выполняемых с помощью приемников GPS, требуется 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. Т. е. в координатах любого пункта ГГС присутствуют неизбежные погрешности, называемые ошибками исходных данных.

Кроме того, существуют ошибки измерений. Применительно к вычислению пространственных векторов можно сказать, что при увеличении расстояния между одновременно стоящими приемниками ухудша-

ются условия измерений. Эти условия определяются геометрическим расположением спутников на небесной сфере относительно каждого из приемников, а также влиянием ионосферы на определение псевдодальностей от приемника до спутника.

В силу того, что расстояния до спутников неизмеримо больше расстояния между приемниками, влияние геометрического построения спутников относительно каждого из приемников будет мало изменяться с расстоянием. Влияние же ионосферы на вычисление псевдодальностей от каждого из приемников обусловлены рядом причин.

При использовании одночастотных приемников значение поправки за искажения сигналов в верхних слоях ионосферы вычисляется приемником в момент измерений и учитывается им же при вычислении псевдодальностей до спутников. При использовании двухчастотных приемников влияние ионосферы при вычислении псевдодальностей исключается. Влияние же нижних слоев атмосферы учесть или исключить намного сложнее. Однако известно, что минимальное влияние такого рода на сигнал со спут-

ника происходит, когда он находится в зените относительно принимающего устройства, и возрастает при увеличении зенитного расстояния спутника относительно точки наблюдения (www.gasu.ru/resour/eposobia/posob/serapinas/7.htm). Для того, чтобы отсечь измерения от неблагоприятных спутников при спутниковых наблюдениях используют маску возвышения. Если спутник находится ниже области, которую отсекает маска возвышения, сигналы с такого спутника приниматься не будут. Оптимальной считается маска возвышения в 13–15°. Чем ближе спутник к границе маски возвышения, тем сильнее влияние нижних слоев атмосферы на измерения.

Минимизировать ошибки измерений можно, соблюдая технологию работы со спутниковыми приемниками. Основными требованиями этой технологии является время стояния приборов и

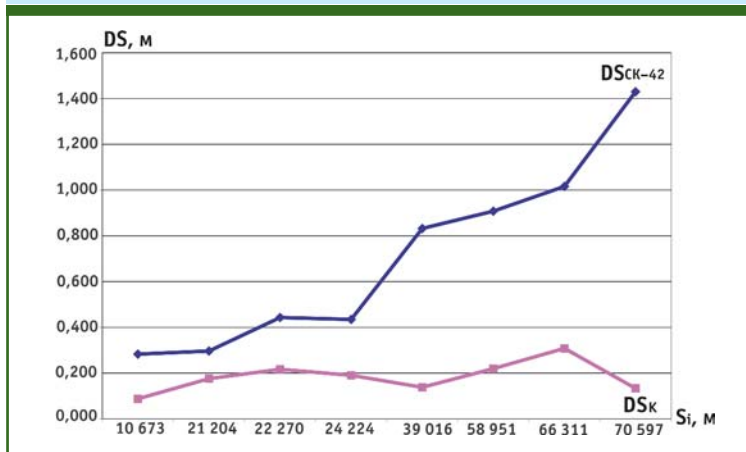
максимально допустимое расстояние между базовым и подвижным приемниками, при каждом способе съемки (статика, быстрая статика, кинематика). Для одночастотных приемников в режиме быстрой статика максимально допустимое расстояние составляет 20 км при времени стояния 40–60 мин, в зависимости от условий наблюдений (www.agr.ru/gps/gps4/gis43.htm). Для двухчастотных приемников теоретически расстояние не ограничивается. Технология обработки спутниковых измерений допускает определение координат новой точки, используя один исходный пункт. В большинстве случаев для двухчастотных приемников предельным считается расстояние в 50 км. Такие расстояния незначительно влияют на конфигурацию созвездия спутников, а, следовательно, изменение ошибки, возникающей при расположении спутников вблизи маски возвышения, будет незначительным.

При выполнении спутниковых наблюдений можно получить координаты определяемой точки с большой точностью, зная координаты исходного пункта, например, пункта ГГС. Но так как в большинстве случаев координаты этого пункта уже сами по себе ошибочны, то на расстоянии от него в несколько десятков километров определяемый пункт также будет иметь ошибку, составными частями которой будут ошибки, описанные выше. При этом ошибка определяемого пункта будет зависеть от расстояния и ошибки исходных данных. Выходом в данной ситуации может быть создание новой системы координат на локальный участок работ, используя пункты ГГС. Такая система координат будет приближена к исходной системе, 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.

С целью практической оценки возможности применения калибровочных районов в практике топографо-геодезических работ были проведены исследования фактической точности определения координат с использованием калибровочных районов и без них. Было выбрано три участка, расположенных в разных районах местности. Количество пунктов ГГС на каждом участке колебалось от 4 до 8. Для каждого участка создавался калибровочный район, и, одновременно с этим, координировались точки в пределах этого района. После этого вычислялись параметры новой системы координат. Кроме того, от точки, определенной

Результаты оценки точности определения координат

Номер точки	$DX_{СК-42}$	$DY_{СК-42}$	DX_K	DY_K	S_i
1	0,277	-0,346	0,206	0,067	10672,672
2	-0,897	-0,140	0,145	0,165	21204,377
3	-0,191	-0,227	0,164	-0,064	22770,010
4	0,243	-0,145	0,069	-0,054	24224,175
5	0,245	0,359	0,172	-0,082	39015,905
6	-1,394	0,318	-0,123	0,051	58950,840
7	-0,897	-0,140	0,145	0,165	66310,635
8	-0,704	0,444	-0,138	0,001	70596,651



из спутниковых наблюдений, решалась обратная задача по определению координат пунктов ГГС. Задача решалась в двух системах координат: во вновь созданной и в СК-42, в шестиградусной зоне, характерной для данного района местности. Затем сравнивались координаты каждого пункта ГГС, полученные в той и другой системах координат, с координатами, взятыми из каталога. Результаты оценки точности определения плановых координат одного из исследованных участков представлены в таблице и на рисунке, где $DX_{СК-42}$, $DY_{СК-42}$ — отклонения координат пунктов ГГС, вычисленных в СК-42, от значений в каталоге; DX_k , DY_k — отклонения координат пунктов ГГС, вычисленных с помощью калибровочных районов, от значений в каталоге; S_i — расстояние от исходного пункта до определяемой точки; $DS_{СК-42}$, DS_k — отклонения вы-

численных расстояний от их значений из каталога.


Полученные результаты говорят о том, что при вычислении координат определяемой точки от точки с известными координатами (базовой точки) ошибка плановых координат возрастает при удалении от исходной (базовой) точки. При вычислении координат определяемой точки в калибровочном районе удаление этой точки от исходной (базовой) точки не влияет на распределение ошибок определения ее плановых координат. Эти ошибки распределяются по определенному закону, характерному для построенной модели новой системы координат (калибровочного района). Однако, если координаты пункта ГГС, включенного в определение параметров новой системы координат, ошибочны, то построенная модель системы координат в месте расположения этого пункта также будет ошибочна. Опре-

деление новых пунктов в этом месте модели от одной базовой точки будет содержать ошибку этого («плохого») пункта ГГС.

Применение калибровочных районов значительно снижает значение ошибки координат пунктов, определенных 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.

RESUME

Site calibration option of the Trimble Geomatics Office software is discussed. Results are given in the form of graphics and tables. Recommendations for this module usage are presented. Additionally optimal observation conditions for the two spaced satellite receivers are considered.



ВЫБЕРИ НУЖНЫЙ

РАКУРС

Программное обеспечение
PHOTOMOD®

Компания "Ракурс" является разработчиком цифровой фотограмметрической системы PHOTOMOD, занимающей лидирующие позиции в России и широко распространенной за рубежом. PHOTOMOD позволяет выполнить весь спектр фотограмметрических работ: создание цифровых моделей рельефа, ортофотопланов и цифровых карт на основе аэро- и космических изображений.

Фотограмметрические
ПРОЕКТЫ


Мы предлагаем все виды фотограмметрической обработки данных аэро- и космосъемки: создание высокоточных цифровых моделей рельефа, ортотрансформированных изображений, 2D и 3D векторизацию объектов. Мы обладаем достаточными ресурсами для выполнения работ любого объема и уровня сложности.

Данные дистанционного зондирования
SPOT

Компания РАКУРС является официальным дистрибьютором данных SPOT. Снимки SPOT - оптимальные исходные данные для картографирования больших территорий.

Программные продукты
ПАНОРАМА


Компания РАКУРС является официальным дистрибьютором геоинформационных технологий ПАНОРАМА.



Приглашаем Вас посетить наш стенд на 3 Международном промышленном форуме **GEOFORM+**

2006

14-17 марта
КВЦ "Сокольники"
Павильон 3
Стенд № 1.2



Тел. +7 495 928-2001, 623-9633, Факс: +7 495 928-6118, E-mail: info@racurs.ru, Internet: www.racurs.ru