

Определение приборной точности персонального GPS приемника

В. А. Маркианов¹

Д. С. Кондрашин

А. Ю. Зданович

Петрозаводский государственный университет
Инженерный центр "ПИЛОТ"

В статье описан эксперимент, целью которого являлось определение точности персонального GPS приемника и получение рекомендаций по применению приборов такого типа при изыскании линейных сооружений. В результате исследований определены точность прибора, среднеквадратическое отклонение, прочие статистические параметры измерений, на основании которых получены рекомендации по применению прибора на практике.

Ключевые слова: GPS, точность, координаты местоположения, измерения, изыскания, проектирование, автомобильная дорога.

СОДЕРЖАНИЕ

В современной инженерной деятельности широко используются различные системы автоматизированного проектирования. Но долгое время неавтоматизированным оставался один из самых трудоемких этапов - изыскание трассы дороги на местности. Решить эту проблему можно с использованием системы спутниковой навигации (GPS-системы), позволяющей определять координаты любой точки местности на земном шаре в любое время суток, при любых погодных условиях с точностью до миллиметра. GPS измеряет координаты точек местности в единой абсолютной системе координат, что позволяет легко увязать, к примеру, план трассы с существующим картографическим материалом и включить объект в геоинформационную систему (ГИС). Кроме того, GPS приборы используются для своевременного создания и обслуживания данных в ГИС и других системах управления ресурсами, основанными на единой исходной системе координат.

GPS приемник, точность которого определяется в данной работе, применяется при изыскании на местности трассы дороги. С его помощью определяют местоположение крупных площадных и линейных объектов, которые необходимо обойти при проектировании дороги (болото, озеро, река, столбы ЛЭП и т. п.).

На конечную точность GPS измерений оказывают влияние следующие факторы: ионосфера и атмосфера земли вызывают задержку прохождения сигнала; сигнал на пути от передатчика к приемнику подвергается преломлению и идет к антенне приемника не по прямой, а каким-то круглым путем (эффект многолучевого распространения сигнала); атомные часы на борту спутников остаются источником небольших погрешностей; наземные GPS приемники тоже время от времени делают ошибки: приемник может, например, приблизительно выполнить какой-либо счет или, под влиянием помех, ошибочно идентифицировать псевдослучайные коды. Суммарное снижение точности из-за рассмотренных источников ошибок не приводит к большой погрешности. Некоторые ошибки можно устранить, используя математические модели среды прохождения сигналов. Самая же большая составляющая суммарной ошибки вносится преднамеренно Министерством обороны США, введением режима ограниченного доступа (*Selective Availability - S/A*). Режим S/A разработан, чтобы в случае необходимости помешать возможному противнику получить тактические преимущества за счет использования GPS. Эта искусственная погрешность вносится путем зашумления радионавигационного сигнала и снижает определение абсолютных географических координат до 100 м.

Для определения точности персонального навигатора GPS-45 фирмы "GARMIN" был проведен следующий эксперимент. Прибор был установлен неподвижно на открытой местности на удалении от зданий, которые могут блокировать часть сигналов, получаемых со спутников. В течение нескольких минут приемник получает данные о местоположении и работоспособности спутников, находящихся в зоне видимости, и определяет силу приходящего сигнала. По окончании процедуры настройки на панели прибора появляется следующая информация: плановые координаты занимаемой точки, ее высота над уровнем моря, текущее время, сила сигнала. При проведении эксперимента в зоне видимости приемника постоянно находилось не менее семи спутников. Измерение проводилось в метрической условной системе координат. Результаты измерений фиксировались через промежуток времени, равный одной минуте. В результате эксперимента была получена совокупность данных, состоящая из 40 значений координат в каждом из трех измерений.

Статистическая обработка результатов измерений с целью определения точности прибора осложняется из-за искусственной погрешности. Для исключения данного воздействия была выбрана следующая методика. Вычислялась мода (наиболее часто встречающееся значение) координат в каждом из измерений. Затем вычислялось отклонение каждого из значений координат от моды в данном измерении (см. рис.). Точность прибора в плане была определена как корень из суммы квадратов мод разностей $Mx-Xi$ и $My-Yi$. Точность GPS системы при определении высотных координат в 1,5 раза ниже плановой точности. Данные статистической обработки результатов экспе-

¹ Авторы - соответственно доцент кафедры промышленного транспорта и геодезии и сотрудники центра "Пилот"

© В. А. Маркианов, Д. С. Кондрашин, А. Ю. Зданович, 1999

римента приведены в таблице. Таким образом, согласно обработанным данным, точность прибора

составляет 15 м в плане и приблизительно 23 м по высоте.

Таблица

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

| Параметр | Координаты | | | Mx-Xi | My-Yi |
|--------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| | X | Y | Z | | |
| Среднее значение | 40781,83 | 65551,7 | 72,35 | -7,175 | 1,65 |
| Стандартная ошибка | 2,38 | 2,71 | 4,33 | 2,38 | 2,71 |
| Медиана | 40783 | 65551,5 | 72,5 | -6 | 1,5 |
| Мода | 40789 | 65550 | 98 | 11 | 11 |
| Стандартное отклонение | 15,07 | 17,18 | 27,39 | 15,07 | 17,18 |
| Дисперсия выборки | 227,22 | 295,21 | 750,39 | 227,22 | 295,21 |
| Интервал | 54 | 64 | 108 | 54 | 64 |
| Минимум | 40754 | 65519 | 9 | -35 | -31 |
| Максимум | 40808 | 65583 | 117 | 19 | 33 |
| Уровень надежности (95%) | 4,82 | 5,49 | 8,76 | 4,82 | 5,49 |

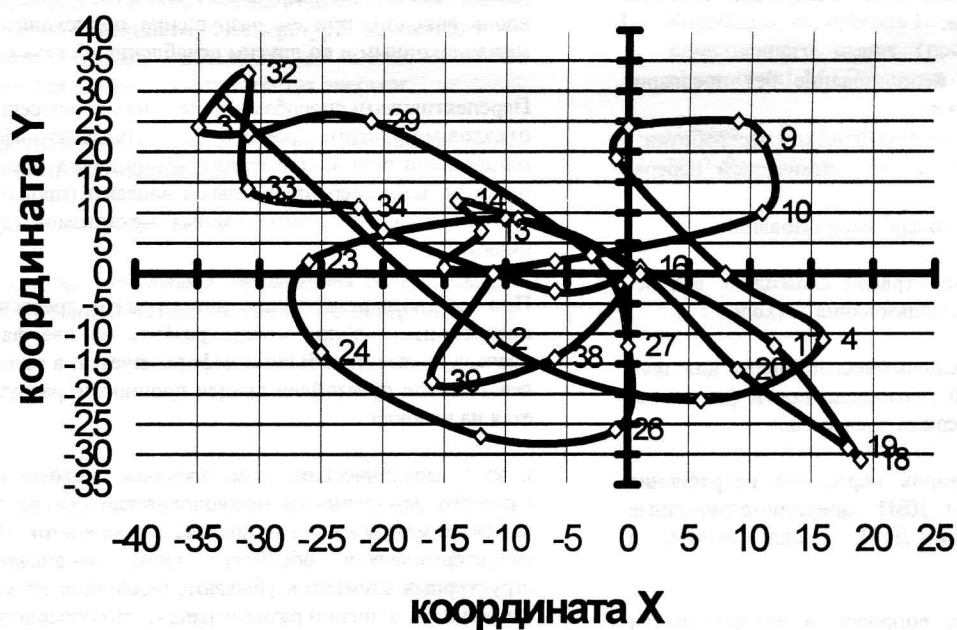


Рис. Отклонение значений координат от моды, метка (1, 2 и т. д.) - номер измерения

ЛИТЕРАТУРА

1. Система глобального позиционирования. М.: Прин, 1996. 258 с.
2. Грошев В. В. Спутниковые навигационные системы // ГИС - информационный бюллетень. 1996. №3. С. 54-57.
3. Пользователь GPS оборудования // ГИС - информационный бюллетень. 1997. №1. С. 19-21.
4. Рушский М. З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971. 68 с.
5. Кассандрова О. Н., Лебедев В. В. Обработка результатов наблюдений. М.: Наука, 1970. 46 с.
6. Мак-Кракен В. Д. и др. Численные методы. М.: Мир, 1979. 274 с.