

УДК 528.7/.8:630*585

О ТОЧНОСТИ АВТОНОМНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ КООРДИНАТ НАВИГАЦИОННЫМИ GPS-ПРИЕМНИКАМИ

О. В. Кравченко¹⁾, А. П. Романкевич²⁾, А. А. Топаз²⁾

¹⁾УО «Белорусский государственный технологический университет»,
ул. Свердлова, 13А, 220006, г. Минск, Беларусь, ov.kravchenko@belstu.by

²⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, rom.bsu@mail.ru, topaz_antonina@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы оценки точности автономных определений координат навигационными приемниками Garmin GPSmap 60C и Etrex 30. Приведены результаты точности координатных определений в стандартном режиме и с подключением функции приема сигналов со спутников EGNOS. Сделаны предложения по повышению точности и надежности результатов спутниковых измерений.

Ключевые слова: автономное позиционирование; навигационный GPS-приемник; координаты пунктов; погрешности измерений; оценка точности измерений.

ON THE ACCURACY OF AUTONOMOUS DETERMINATIONS OF COORDINATES BY NAVIGATION GPS-RECEIVERS

O. V. Kravchenko¹⁾, A. P. Romankevich²⁾, A. A. Topaz²⁾

¹⁾Belarusian State Technological University, st. Sverdlova, 13A,
220006, Minsk, Belarus, ov.kravchenko@belstu.by

²⁾Belarusian State University, Independence Av., 4,
220030, Minsk, Belarus, rom.bsu@mail.ru, topaz_antonina@mail.ru

The article discusses the issues of assessing the accuracy of autonomous coordinate determinations by Garmin GPSmap 60C and Etrex 30 navigation receivers. The results of the accuracy of coordinate determinations in standard mode and with the connection of the function of receiving signals from EGNOS satellites are presented. Proposals have been made to improve the accuracy and reliability of satellite measurement results.

Keywords: autonomous positioning; navigation GPS receiver; point coordinates; measurement errors; assessment of measurement accuracy.

Выполнение геодезических измерений с применением GPS-оборудования имеет существенные преимущества перед традиционными методами наземных геодезических измерений. Такие методы дают возможность автоматизировать процесс сбора измерений, исключают необходимость прямой видимости между пунктами, позволяют выполнять наблюдения в любую погоду, как в дневное, так и в ночное время и др.

В зависимости от класса точности спутниковых приемников, их количества координатные определения выполняют относительными или автономными методами позиционирования.

В учебном освоении спутниковых съемок студенты знакомятся с методами автономного и относительного позиционирования. Относительное позиционирование по праву считается наиболее точным. Автономное же позиционирование — менее точный метод определения координат пунктов. Однако, после того как в мае 2000 г. был отменен режим «селективного доступа» сигналов спутников GPS точность автономных определений координат значительно повысилась и достигла уровня, достаточного для решения многих производственных задач.

Целью исследований является анализ точности результатов автономных определений координат навигационными приемниками Garmin GPSmap 60C и Etrex 30.

Эти недорогие навигационные устройства GPS-позиционирования допустимо использовать в процессе проведения учебных практик по геодезическим дисциплинам. Таким образом студенты знакомятся с методом автономного позиционирования, ориентируются на местности, определяют координаты точек, принадлежащие границам различных контуров местности, производят плановую привязку аэрофото- и космических снимков.

GPSmap 60C фирмы Garmin это 12-ти канальный навигационный приемник, способный принимать дифференциальные поправки, непрерывно отслеживать и использовать до 12 спутников для расчета и обновления собственного местоположения. В приемниках ведется автоматическая запись текущей траектории, а также сохраняются 10 последних траекторий, что позволяет с легкостью повторить путь в любом из направлений. Каждый двухсторонний маршрут может включать до 50 точек. Данные, получаемые со спутников, один раз в секунду непрерывно обновляются [1].

Garmin Etrex 30 оснащен GPS-приемником, который поддерживает системы GPS и ГЛОНАСС. При использовании сигналов от спутников ГЛОНАСС на расчет местоположения требуется в среднем на 20 % меньше времени по сравнению с использованием одной системы GPS. При совместной работе двух систем GPS и ГЛОНАСС приемник может получать данные с 24 дополнительных спутников. Приемник имеет цветной 2,2-дюймовый дисплей с разрешением 176x220 пикселей, оснащен встроенным 3-осевым компасом, автономное время работы составляет 25 часов. При необходимости загрузки дополнительных карт предусмотрен слот для карт памяти microSD [2].

Для оценки точности автономного определения координат навигационными приемниками было выполнено определение координат опорных

пунктов учебного полигона в стандартном режиме и с подключением функции приема сигналов со спутников EGNOS.

В результате полевых измерений были получены координаты опорных пунктов в геоцентрической системе WGS-84.

Для оценки точности результатов автономных определений координат выполнили преобразование геоцентрических координат в местную систему координат учебного полигона. Сравнили координаты опорных пунктов из каталога координат с полученными значениями. На основании такого сравнения вычислили погрешности определений координат пунктов по формулам:

$$\begin{aligned} m_x &= X_{изм} - X_{ист} \\ m_y &= Y_{изм} - Y_{ист} \end{aligned} \quad (1)$$

где m_x , m_y – погрешности в определении положения пункта по осям координат; $X_{ист}$, $Y_{ист}$ – координаты пунктов из каталога координат; $X_{изм}$, $Y_{изм}$ – координаты, измеренные навигационными приемниками.

Аналогичным образом вычислили погрешности в определении положения пунктов, закоординированных навигационными приемниками с подключением функции приема сигналов со спутников EGNOS. Результаты оценки точности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Погрешности определения координат пунктов, м

№	Приемник GPSmap 60C				Приемник Etrex 30			
	стандартный режим		приема сигналов со спутников EGNOS		стандартный режим		приема сигналов со спутников EGNOS	
	m_x	m_y	m_x	m_y	m_x	m_y	m_x	m_y
1	5,19	4,53	4,23	7,45	1,86	7,73	8,38	4,12
2	8,07	7,24	0,65	10,42	1,16	5,19	3,45	9,78
3	5,68	11,79	7,89	10,14	1,55	6,75	9,36	10,45
4	1,5	4,81	14,52	8,12	8,3	6,59	11,33	6,70
5	6,46	5,92	0,95	9,54	7,67	0,22	5,28	16,56
	0,08	3,44	3,79	9,80	7,81	2,54	2,70	18,50
7	1,19	6,56	4,90	1,17	6,35	16,88	0,46	3,94
8	0,96	2,61	0,96	9,54	3,19	3,03	5,11	10,56
9	1,56	7,80	18,25	2,27	2,56	6,23	3,56	8,04
10	7,54	7,20	6,98	4,32	3,89	7,32	8,99	8,56
11	6,70	13,55	5,67	12,45	8,11	4,89	10,05	6,89
12	13,55	2,94	13,45	8,32	6,21	6,03	9,61	10,34

Средние квадратические погрешности по осям координат определили по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{[m_i^2]}{n}}, \quad (2)$$

где n – количество определяемых пунктов.

Средняя квадратическая погрешность положения пункта в плане рассчитана по формуле:

$$M_{x,y} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}, \quad (3)$$

В результате получены следующие погрешности (табл. 2).

Таблица 2

Результаты оценки точности навигационных определений, м

Режим измерений	Приемник GPSmap 60C			Приемник Etrex 30		
	m_x	m_y	$M_{x,y}$	m_x	m_y	$M_{x,y}$
Стандартный режим	6,45	7,61	9,98	5,57	7,24	9,13
Прием сигналов со спутников EGNOS	7,88	8,46	11,56	7,33	10,41	12,74

Проанализировав данные табл. 1 и табл. 2 по результатам оценки точности положения пунктов, определенных навигаторами с подключением сигнала со спутников EGNOS можно с определенной долей уверенности сказать, что использование сигналов EGNOS не только не улучшает, а даже ухудшает точность определения координат. Это объясняется отсутствием на территориях нашей республики сети базовых станций, которые бы могли правильно и точно вычислять ионосферные задержки и через геостационарные спутники ретранслировать их пользователям. Передаваемые поправки псевдодальностей, измерены и вычислены для спутников, расположенных над территорией Европы.

Данные исследований свидетельствуют о том, что точность определения координат опорных пунктов навигационными приемниками, находится в пределах 9-10 м в плане, что вполне достаточно для выполнения привязки аэро- и космических снимков. Эти данные соответствуют данным приведенным в [3–5].

Если использовать для привязки материалов аэрокосмических съемок существующие планы или карты, то следует учитывать, что средняя

погрешность положения точек и контуров на таких картах и планах обычно составляет 0,75 мм в масштабе карты [3].

Например, точность определения контуров на топографической карте масштаба 1:50 000 соответствует на местности расстоянию в 30-40 м, а с использованием GPS-приемника дает точность в пределах 10 м. Причем точность определения координат опорных пунктов навигационными приемниками можно повысить путем выбора соответствующих мест расположения опорных точек, а при возможности и необходимости, с помощью незначительной расчистки этих мест от растительности.

Библиографические ссылки

1. Garmin GPSmap 60C. Руководство пользователя // Garmin. U.S.A. 2010. 96 с.
2. Обзор-тестирование Garmin eTrex 10/20/30 [Электронный ресурс]. URL:https://www.garmin.by/reviews/obzor_testirovanie_garmin_etrex_10_20_30/ Дата обращения: 25.01.2024.
3. Парахин С. В., Бейчук О. Н., Терентьева Л. С. Поиск пунктов ГГС с помощью навигационного приемника GPS и ГИС «Карта 2005» // Геопрофи. 2007. № 2. С.16-18.
4. Манович В. Н., Максимук В. В. Применение навигационных приемников GPS для построения цифровых карт и планов лесных ресурсов // Геопрофи. 2003. № 5. С. 7-8.
5. Кравченко О. В. Исследование точности автономных и относительных методов спутниковых определений координат под пологом древостоя // Труды БГТУ. Минск: БГТУ, 2014. С. 23-25.