

УДК 528.44

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОБЮДЖЕТНОЙ ГНСС-АППАРАТУРЫ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ

Николай Сергеевич Косарев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, Плехотного 10, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры космической и физической геодезии, тел. 8-913-706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Дмитрий Юрьевич Терентьев

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, ассистент кафедры инженерной геодезии, тел. (383)266-46-48, e-mail: dm.terentev@mail.ru

Проведен анализ технологических решений при определении координат характерных точек земельных участков и их площадей, произведена оценка точности геодезических методов при осуществлении кадастровых работ и комплексных кадастровых работ. Определена приоритетная технология, включающая применение малобюджетной ГНСС аппаратуры для данной задачи. Представлены полученные значения площадей и средних квадратических ошибок положения межевых знаков, вычисленные с помощью выбранной технологии.

Ключевые слова: кадастровые работы, комплексные кадастровые работы, точность определения площади земельного участка, малобюджетная ГНСС-аппаратура, RTK режим.

THE POSSIBILITY OF LOW-COST GNSS-RECEIVER USING FOR CADASTRAL WORK

Nikolay S. Kosarev

Siberian State University of Geosystems and Technology, 630108, Russian Federation, Novosibirsk, 10, Plakhotnogo St., PhD, Assoc. Prof., Department of Space and Physical Geodesy, tel.: 8-913-706-9195, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Dmitry Yu. Terentyev

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 630008, Russia, Novosibirsk, 113, Leningradskaya St., Teaching assistant, Department of Engineering Geodesy, tel. (383)266-46-48, e-mail: mover2s@yahoo.com

The analysis of technological solutions in determining the coordinates of the characteristic points of land plots and their areas was carried out, the accuracy of geodetic methods was assessed in the course of cadastral work and complex cadastral works. A priority technology was identified, including the use of low-cost GNSS equipment for this task. The obtained values chosen of the areas and the mean square errors of the position of boundary marks calculated with

use of the chosen technology are presented.

Key works: cadastral works, complex cadastral works, accuracy of determination of the area of the land plot, low-cost GNSS equipment, RTK.

Развитие земельных отношений в России неустанно связано с внедрением современных технологических решений. Совершенствование инструментов формирования Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) и комплексных кадастровых работ, является ключевой составляющей ее систематизации и актуализации в соответствии с существующими техническими возможностями [1]. Сегодня практически все кадастровые работы по определению площадей земельных участков выполняются с использованием дифференциального метода ГНСС-технологий в режиме реального времени (RTK), который требует наличия минимум двух ГНСС-приёмников. С появлением наземной инфраструктуры ГЛОНАСС полностью отпала необходимость в размещении базовой станции на пунктах межевой сети, и кадастровые работы можно выполнять одним приёмником [2].

Стоимость одного ГНСС-приёмника геодезического класса, используемого для выполнения кадастровых работ, варьируется в широком ценовом диапазоне, поэтому возникает необходимость в проведении исследований, направленных на замену ГНСС-приёмника геодезического класса его малобюджетным аналогом.

Для исследования возможности использования малобюджетной ГНСС-аппаратуры при ведении кадастровых работ для целей ЕГРН необходимо определить требуемую точность при определении координат межевых знаков. На основании инструкции по межеванию земель [3], допустимая разница ΔP между документальной (P_D) и фактической (P_Φ) площадями земельных участков не должна превышать удвоенную среднюю квадратическую ошибку (СКО) определения площади земельного участка m_p .

Величина m_p для участка произвольной формы описывается строгой формулой профессора Маслова [4]:

$$m_p = \frac{m_{t_{x,y}}}{\sqrt{8}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{i+1} - y_{i-1})^2 + (x_{i-1} - x_{i+1})^2}, \quad (1)$$

где $m_{t_{x,y}}$ - СКО определения координат межевых знаков; x , y - координаты межевых знаков.

В таблице представлены значения СКО определения координат, которые являются допустимыми при проведении кадастровых работ на землях соответствующей категории разрешенного использования [5].

Таблица

Допустимая величина СКО определения координат

$m_{x,y}$ (см)				
при $m_{t_{x,y}} = 0.10$	при $m_{t_{x,y}} = 0.20$	при $m_{t_{x,y}} = 0.50$	при $m_{t_{x,y}} = 2.50$	при $m_{t_{x,y}} = 5.0$
≤ 0.07	≤ 0.14	≤ 0.35	≤ 1.77	≤ 3.54

Из таблицы видно, что максимально требуемая точность определения координат межевых знаков на землях населенных пунктов не должна превышать 7 см. Что касается остальных категорий земель, на них действуют соразмерные требования к точности определения местоположения межевого знака при проведении кадастровых работ [6].

В качестве малобюджетного аналога ГНСС-приёмника авторы использовали одночастотную фазовую аппаратуру на базе OEM-модуля отечественного производства NV08C-CSM фирмы КБ Навис со специально разработанным программным обеспечением (ПО) «Точная навигация», в основу которого положены исходные коды открытой библиотеки RTKLib версии 2.4.2 [7]. Созданное ПО «Точная навигация» позволяет получать RTK-решения с дискретностью записи данных 1 секунда.

Исследование малобюджетной ГНСС-аппаратуры выполнялось на пунктах Эталонного пространственного полигона Сибирского государственного университета геосистем и технологий. Суть эксперимента заключалась в определении координат пункта NSKN в режиме RTK. В качестве базовой станции использовалась станция Постонно-действующих базовых станций Новосибирской области (ПДБС НСО) NSKW, расположенная на расстоянии 12,7 метров от определяемого пункта. Всего было выполнено 7 сеансов наблюдений с продолжительностью - от 1 часа до 7 суток [8].

В результате проведённых исследований установлено, что время инициализации приёмника для получения float («плавающего») решения (без разрешения фазовой целочисленной неоднозначности) составляет приблизительно 5 – 7 минут при расстоянии между пунктами 12,7 метра.

Время инициализации между float и fixed решениями составляет порядка 1 минуты. При получении fixed решения (с разрешением фазовой целочисленной неоднозначности) погрешность определения координат

пункта составляет несколько сантиметров. На рисунке представлен разброс ошибок, полученных при fixed решении в течение сеанса наблюдений.

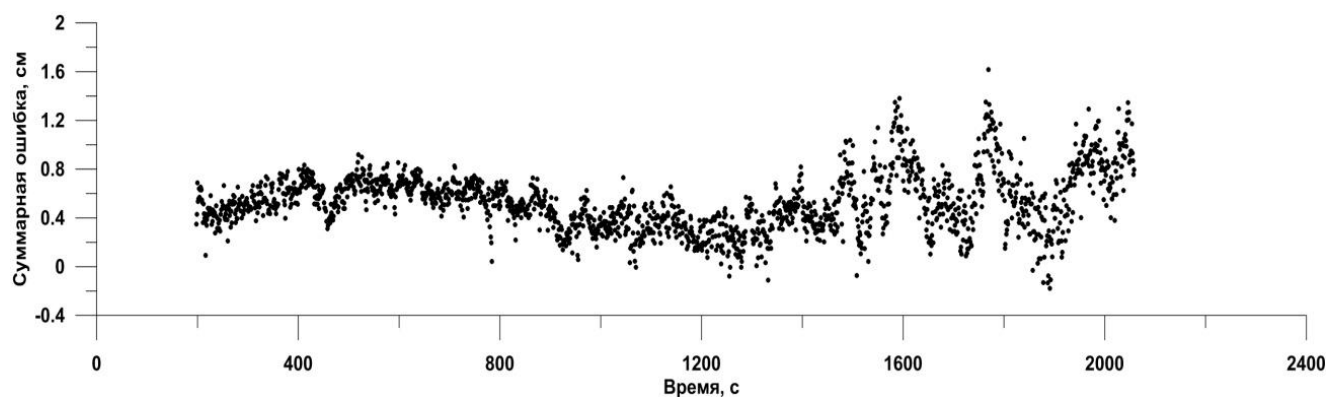


Рис. График разброса ошибок при fixed решении в течение сеанса наблюдений.

На рисунке суммарная ошибка вычислялась по формуле:

$$m_{\text{сумм}} = \sqrt{(N_{\text{этал}} - N_{\text{изм}})^2 + (E_{\text{этал}} - E_{\text{изм}})^2}, \quad (2)$$

где $N_{\text{этал}}$, $E_{\text{этал}}$ – «эталонные» плановые координаты;

$N_{\text{изм}}$, $E_{\text{изм}}$ – плановые координаты, полученные в результате измерений.

Из результатов исследований в режиме RTK можно сделать вывод о том, что точность определения плановых координат пункта NSKN при использовании базовой станции NSKW составляет 1 – 2 см, в случае получения fixed решения. В случае «плавающего» решения точность составляет 4 – 6 см. Расхождения в плановых координатах пункта NSKN, полученных в режиме RTK, с плановыми координатами пункта NSKN из обработки в программном продукте Topcon Tools версии 8.2. составляют 2 – 4 мм.

Выводы

По результатам проведённых исследований, выполненных в режиме RTK, на пунктах Эталонного пространственного полигона Сибирского государственного университета геосистем и технологий установлено, что точность определения плановых координат пункта NSKN при использовании базовой станции NSKW составляет 1 – 2 см, в случае получения «фиксированного» решения. В случае «плавающего» решения точность составляет 4 – 6 см.

Оценивая полученные результаты, отметим, что в настоящее время получение достоверных данных о площадях и местоположении границ земельных участков и других объектов недвижимости для целей Единого государственного реестра недвижимости является актуальной задачей проведения кадастровых работ и комплексных кадастровых работ [9], и эта задача может быть выполнена с помощью малобюджетной ГНСС-аппаратуры.

При этом отметим, что применение технологического решения, основанного на применении статического метода ГНСС и наземного лазерного сканера при осуществлении комплексных кадастровых работ, позволит получать более точные результаты координатных/линейных измерений, а также осуществлять контроль границ существующих земельных участков и других объектов недвижимости расположенных на них.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каленицкий А.И., Аврунев Е.И., Гиниятов И.А., Терентьев Д.Ю. О выборе методов и средств измерений при выполнении кадастровых работ в отношении земельных участков // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № S4. – С. 139-143.
2. Антонович К.М., Ганагина И.Г., Косарев Н.С., Косарева А.М. О надежности сетей постоянно действующих базовых станций // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № S4. – С. 30-37.
3. «Инструкция по межеванию земель» (утв. Роскомземом 08.04.1996). – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
4. Маслов А. В., Юнусов А. Г., Горохов Г. И. Геодезические работы при землеустройстве. – М.: Недра, 1990. – 215 с.
5. Терентьев Д.Ю., Гиниятов И.А. Сравнительный анализ результатов оценки точности площадей земельных участков // Геодезия и картография. 2014. – № 5. – С. 35-37.
6. Приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 N 90 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
7. RTKLIB ver. 2.4.2 Manual. – Режим доступа: http://www.rtklib.com/prog/rtklib_2.4.2.zip
8. Карпик А.П., Ганагина И.Г., Косарев Н.С., Голдобин Д.Н. Исследование точностных характеристик одночастотной ГНСС-аппаратуры с использованием данных наземной инфраструктуры ГЛОНАСС // Геодезия и Картография. – 2015. – № 7. – С. 2 – 7.
9. Федеральный закон от 24.07.2007 N 221-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О кадастровой деятельности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017). – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

© Н. С. Косарев, Д.Ю. Терентьев, 2017