

УДК 528.4

**О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ПРИМЕНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ И СПУТНИКОВЫХ МЕТОДОВ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ**

*канд. техн. наук В.А. БОНДАРЕНКО  
(Полоцкий государственный университет)*

*Рассмотрены основные методы определения координат межевых знаков, применяемые в настоящее время при установлении границ земельных участков. На примере земельного участка, расположенного на территории Минского района, выполнен сравнительный анализ наземных и спутниковых методов геодезического обеспечения кадастровых работ. Расчёт показал, что применение как электронных тахеометров, так и спутниковых приёмников позволяет определять координаты межевых знаков с требуемой точностью. На основании выполненных исследований можно сделать вывод, что оптимальным в практике кадастровых работ является комплексное использование GPS-приёмников и электронных тахеометров.*

**Введение.** В современных экономических условиях Государственный земельный кадастр является единой многоцелевой информационной системой государства, которая не только предоставляет необходимые данные об объектах недвижимости государственным органам управления и контроля, но и является необходимой составляющей функционирования земельного рынка.

**Основная часть.** Информационную основу кадастра составляют координаты межевых знаков и площади земельных участков. В настоящее время определение координат межевых знаков выполняется полярным способом с использованием теодолитных ходов в качестве опорных.

Средняя погрешность межевых знаков согласно ТКП 289-2010 (03150) «Установление, закрепление границ земельных участков. Порядок проведения» [1] не должна превышать 0,1 мм в масштабе создаваемого кадастрового плана (для масштаба 1:500 погрешность не должна превышать 5 см). Такая точность может быть обеспечена применением современных геодезических приборов: электронных тахеометров и спутниковых приёмников.

В соответствии с основными направлениями модернизации государственной геодезической сети Республики Беларусь наиболее перспективным для решения геодезических задач считается применение спутниковых технологий [2; 3]. Значит ли это, что спутниковые методы определения местоположения в ближайшем будущем полностью заменят наземные при выполнении кадастровых съёмки?

Действительно, при наличии сети постоянно действующих референционных станций применение GPS-приёмников для определения положения межевых знаков имеет явные преимущества перед наземными методами, прежде всего такие как:

- значительное уменьшение плотности опорной сети;
- возможность получения координат межевых знаков с необходимой точностью независимо от локальных деформаций государственных и местных геодезических сетей;
- значительное снижение временных затрат на производство полевых измерений.

Например, при определении положения границ земельного участка, расположенного на территории Минского района, с использованием GPS-приёмников количество пунктов опорной сети в 2,5 раза меньше, чем при применении электронных тахеометров (два пункта к пяти). Такое уменьшение количества пунктов стало возможным благодаря использованию постоянно действующего пункта спутниковой геодезической сети 1 класса.

Схемы опорных сетей для определения положения границ земельного участка с применением GPS-приёмников и электронных тахеометров представлены на рисунках 1, 2 соответственно.

Результаты показывают, что в благоприятных для выполнения измерений условиях оба метода позволяют определять координаты межевых знаков с точностью 2 см. Следовательно, каждый способ может применяться для выполнения работ по установлению границ земельных участков. Выбор в пользу одного из способов зависит от следующих факторов:

- характера местности (открытая, застроенная и т.д.);
- расположения исходных пунктов;
- наличия соответствующих геодезических приборов и квалифицированных исполнителей;
- объема финансирования и сроков выполнения работ.

Точность определения положения межевых знаков зависит в основном от погрешности пунктов опорной сети и погрешности измерений [4; 5], а следовательно от применяемых приборов и методов.

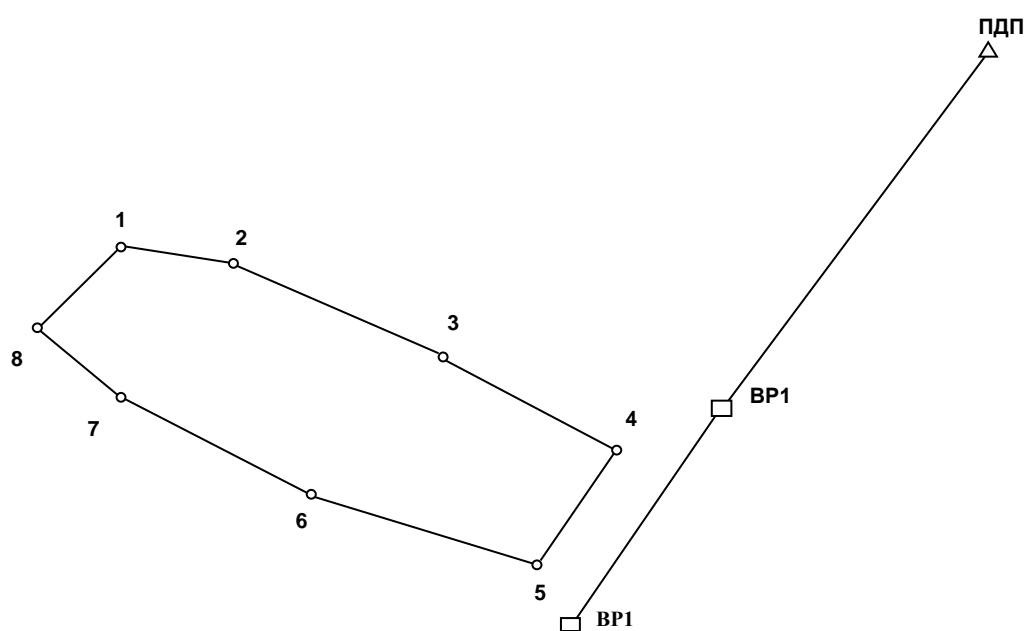


Рис. 1. Опорная сеть для определения положения границ земельного участка с применением GPS-приёмников  
 ○ – точки углов поворота границ земельного участка; — — граница земельного участка;  
 ПДП – постоянно действующий пункт спутниковой сети; ВР1 – точка временного закрепления

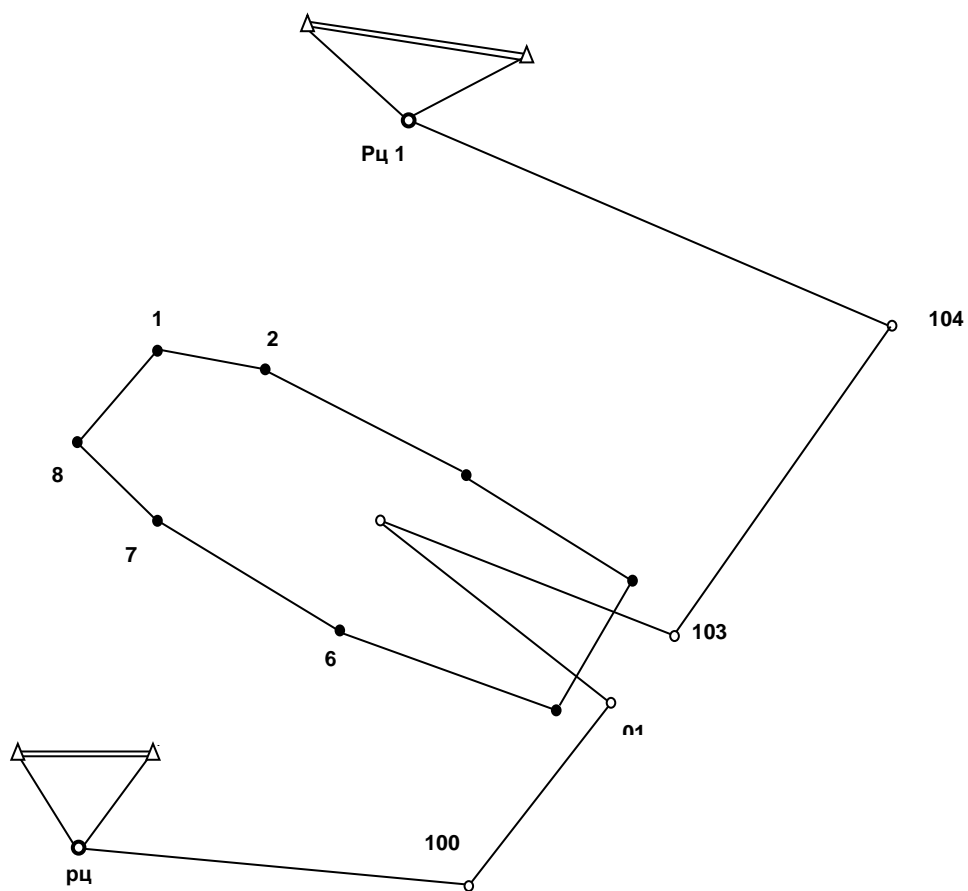


Рис. 2. Опорная сеть для определения положения границ земельного участка с применением электронных тахеометров  
 ● – точки углов поворота границ земельного участка; — — граница земельного участка;  
 ○ – точки теодолитного хода; ● – исходные пункты планового обоснования

В таблице 1 выполнен расчёт точности межевых знаков, положение которых определено электронным тахеометром Trimble M3 и GPS-приёмником GB-500. В первом случае координаты межевых знаков определены полярным способом с точек теодолитного хода. Во втором – определение координат выполнялось двумя GPS-приёмниками с точек временного закрепления в режиме кинематики методом «стой – иди». Положение точек временного закрепления определено в режиме быстрой статики от постоянно действующего пункта «Минск-рабочий 2».

Таблица 1

Расчёт точности определения положения межевых знаков

Вид схемы опорной сети	Исходные данные	Формулы	Результаты
С применением электронного тахеометра	$m_D = 3$ мм; $m_B = 5''$ ; $D_{MAX} = 100,885$ м; $[S] = 808,760$ м; $n = 6$ ; $\rho = 206265''$	$m_p = \sqrt{m_{T.X}^2 + m_3^2}$ , где $m_{T.X}^2 = [m_S^2] + \frac{m_B^2}{\rho^2} \cdot [S]^2 \cdot \frac{n+1,5}{3}$ ; $[m_S^2] = n \cdot m_D^2$ ; $m_3 = \frac{M_P}{\sqrt{2}}$ ; $M_P = \sqrt{m_D^2 + D_{MAX}^2 \cdot \frac{m_B^2}{\rho^2}}$	$m_{T.X} = 0,0180$ м; $m_3 = 0,0027$ м; $m_p = 0,0182$ м
С применением GPS-приемника	$m_{B.P.T.} = 3$ мм; $m_{C.H.} = 0,020$ м	$m_p = \sqrt{m_{B.P.T.}^2 + m_{C.H.}^2}$	$m_p = 0,0202$ м

Что касается затрат времени на производство полевых измерений, здесь очевидно преимущество применения спутниковых технологий, так как время, необходимое для определения положения временных станций, на порядок меньше того, которое требуется для проложения теодолитного хода [6]. Однако это не означает, что стоимость данного вида работ для потребителя будет столь же привлекательной.

Сравнительный анализ затрат на производство полевых работ для определения координат межевых знаков с применением GPS-приёмников и электронных тахеометров проведём для трёх видов работ: 1) рекогносцировка исходных пунктов; 2) создание опорной сети; 3) определение положения границы земельного участка, расположенного на территории Минской области.

В расчете затраты на выполнение работ оценены в соответствии с Тарифами на геодезические, топографические, картографические и землеустроительные работы Т-2008-Б [7].

Результаты расчёта представлены в таблице 2.

Таблица 2

Затраты на производство полевых работ для определения координат межевых знаков

Виды работ			Стоимость работ (белорус. руб.)	
Согласно ТКП	С применением электронного тахеометра	С применением GPS-приемника	электронным тахеометром	GPS-приемником
Рекогносцировка исходных пунктов	Выполнена рекогносцировка 4-х исходных пунктов для проложения теодолитного хода	Нет необходимости, так как используется ПДП	10 310	–
Создание опорной сети	- проложение теодолитного хода; - измерение углов; - измерение длин линий; - закрепление точек	Определение планового положения точек временного закрепления в режиме быстрой статики	290 065	110 407
Определение координат углов поворота границ земельных участков	реализуется с точек теодолитного хода полярным методом	Реализуется с точек временного закрепления в режиме «стой – иди»	159 010	618 280
<b>Итого</b>			<b>459395</b>	<b>728687</b>

Как видно, стоимость полевых работ с использованием GPS-приёмников оказалась более чем в 1,5 раза выше, чем работ, выполненных электронным тахеометром. Все дело в высоких тарифах на производство измерений. Они в 3,9 раза выше, чем на аналогичные работы с электронным тахеометром, так как включают амортизационные расходы на дорогое оборудование. Кроме того, наряду с рядом преимуществ (отсутствие необходимости прямой видимости между пунктами измерений; возможность работы в любых метеорологических условиях; высокая точность определения координат точек местности), GPS-методам присущи недостатки: чувствительность к наличию препятствий в непосредственной близости от антенны приемника, невозможность установки антенны в некоторые координируемые точки (угол здания на уровне цоколя или фундамента), чувствительность к внешним электромагнитным полям и т.д.

**Выводы.** С учётом вышесказанного можно прогнозировать, что в ближайшем будущем в практике кадастровых работ GPS-технологии в чистом виде не найдут в Беларуси широкого применения. Оптимальным является комплексное использование GPS-приемников и электронных тахеометров. При этом производят синхронные GPS-наблюдения на нескольких пунктах с известными координатами (опорных пунктах) и на определяемых пунктах, причем эти пункты могут как совпадать, так и не совпадать с поворотными точками границ земельных участков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Установление (восстановление) и закрепление границ земельного участка. Порядок проведения: Технический кодекс установившейся практики ТКП 289-2010 (03150) / Госкомимущество. – Минск, 2010.
2. Пыко, Т.В. Основные направления модернизации государственной геодезической сети Республики Беларусь / Т.В. Пыко // Земля Беларуси. – 2007. – № 4. – С. 35 – 36.
3. Фурман, Б.А. Совершенствование геодезического обеспечения территории Республики Беларусь на основе применения спутниковых технологий / Б.А. Фурман // Земля Беларуси. – 2008. – № 4. – С. 43 – 46.
4. Назаров, А.С. Координатное обеспечение топографо-геодезических и земельно-кадастровых работ / А.С. Назаров. – Минск: учеб. центр подгот., повыш. квалиф. и переподгот. кадров землеустроит. и картографо-геодезической службы, 2008.
5. Неумывакин, Ю.К. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ: справ. пособие / Ю.К. Неумывакин, М.И. Перский. – М.: Картогеоцентр-Геоиздат, 1996.
6. Временные единые нормы времени и цены на землеустроительные, земельно-кадастровые, топографо-геодезические и картографические работы (ВЕНВиЦ-99). – Минск, 1999. – Ч. II: Нормы времени и цены на топографо-геодезические и картографические работы.
7. Тарифы на геодезические, топографические, картографические и землеустроительные работы, выполняемые по договорам с организациями, финансируемыми из бюджета (Т-2008-Б). – Минск, 2008. – Ч. 2: Тарифы на землеустроительные работы.

Поступила 07.12.2012

#### SOME ASPECTS OF THE USE OF TERRESTRIAL AND SATELLITE TECHNIQUES OF GEODETIC PROVIDE LAND USE PLANNING

V. BONDARENKO

*The article describes the main methods of determining the coordinates of landmarks, currently used in determining land boundaries. On the example of land, located in the Minsk region, the comparative analysis of terrestrial and satellite geodetic techniques provide land use planning. Calculations have shown that as the use of total stations, and satellite receivers can determine the coordinates of landmarks with the required accuracy. On the basis of the research, we can conclude that the best practices in land use planning is the integrated use of GPS-receivers and total stations.*