

М. Брынь, П. Веселкин, В. Иванов, А. Яковлев\*

Петербургский гос. институт путей сообщения, г. Санкт-Петербург,

\*Воен. топограф. институт, г. Санкт-Петербург

## О МЕРАХ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОРОДСКОГО КАДАСТРА

© Брынь М., Веселкин П., Иванов В., Яковлев А., 2005

*Описана необходимость увеличения точности положения межевых знаков до 1–3 см. Рассмотрены меры по улучшению точности геодезического обеспечения городского кадастра. Это включает: реконструкцию городских геодезических сетей; для улучшения точности определения относительного положения точек до 1–2 см; повышение точности теодолитных ходов; применение современных измерительных методов, наиболее подходящих для кадастровых съемок; подготовка планового обоснования для кадастровых съемок, базированная на комбинации спутниковых и наземных технологий; совместное уравнивание координат межевых знаков и измеренных расстояний между знаками и т. д.*

*The necessity is mentioned to enhance the accuracy of boundary markers locating up to 1–3 cm. Measures are considered to improve the urban cadastre geodetic provision accuracy. These include: reconstruction of urban geodetic networks aimed at enhancing the accuracy of relative points position up to 1–2 cm; improvement of theodolite traverse accuracy; application of modern measuring methods whose technical properties are beneficial for cadastre surveying; performing planning substantiation and cadastre surveying based on the combination of satellite and surface technologies; joint levelling of boundary markers coordinates and measured distances between the markers etc.*

В настоящее время в Российской Федерации государственный земельный кадастр особенно интенсивно развивается в городах. Одним из основных видов обеспечения городского кадастра является геодезическое обеспечение, под которым будем понимать комплекс взаимосвязанных между собой научно-технических, организационных и производственных процессов, имеющих целью обеспечение кадастра геопространственной информацией.

Проведенный анализ геодезического обеспечения городского кадастра показывает, что средняя квадратическая ошибка определения взаимного положения межевых знаков находится на уровне 6 см, что в ряде случаев не удовлетворяет требованиям городского кадастра. Современные исследования, сложившаяся практика и зарубежный опыт показывают, что для ценных городских земель (центральные, престижные, экологически чистые районы, земли в местах расположения станций метрополитена и др.) необходимо повышение точности определения положения межевых знаков до уровня 1–3 см относительно пунктов планового обоснования.

Геодезической основой кадастровых съемок являются геодезические сети (государственные, городские и др.). Однако состояние сетей не удовлетворяет современным требованиям кадастра в силу недостаточной точности сетей, утраты значительного числа центров пунктов, потери многих видимостей между пунктами, неоднородности построения из-за невыполнения совместного уравнивания и других причин. Поэтому необходима реконструкция городских геодезических сетей с целью повышения точности взаимного положения пунктов до 1–2 см.

Определение координат межевых знаков и объектов местности в городах осуществляется с точек теодолитных ходов, которые в большинстве случаев являются вынужденно изогнутыми. А это, как известно, уменьшает точность элементов теодолитных ходов. Среди мер, направленных на повышение точности теодолитных ходов следует рассматривать следующие: проложение ходов по трехштативной системе; введение ограничений на длины сторон и ходов; включение в ход одного или более пунктов с известными координатами или направлений с известными дирекционными углами;

положение ходов по способу главных направлений, сокращая при этом число углов, участвующих в передаче дирекционного угла, и увеличивая длину сторон; выполнение наблюдений с боковых пунктов (на боковой пункт); придание ходу прямолинейной формы и др.

Повышение точности определения координат вершин участков может быть достигнуто также использованием важных для кадастровой съемки технических возможностей современных средств измерений. Перечислим некоторые из них. Безотражательные дальнометры позволяют координировать точки, на которых невозможно установить вехи с отражателем; ручные лазерные рулетки позволяют сопровождать кадастровую съемку промером расстояний между межевыми знаками. Современные электронные тахеометры выполняют измерения до пленочных отражателей, а также до точек, в направлении которых отсутствует видимость как с помощью специального отражателя (например, через листву), так и с помощью двойной визирной цели (например, за углом здания). Одной из основных тенденций развития электронных тахеометров является обеспечение возможности их работы в комплексе с аппаратурой, работающей по сигналам спутниковых навигационных систем. По нашему мнению, в ближайшем будущем плановое обоснование и кадастровые съемки будут выполняться на основе сочетания спутниковых и наземных технологий. Это позволит сократить число ступеней обоснования. При этом длины теодолитных ходов будут уменьшаться, шире будут использоваться разного рода засечки.

Для повышения точности определения положения граничных точек земельного участка, целесообразно выполнять совместную обработку координат межевых знаков и непосредственно измеренных расстояний между межевыми знаками, поскольку обмерные работы относятся к обязательным работам при выполнении кадастровой съемки. Как показывают исследования, совместное уравнивание координат межевых знаков и всех непосредственно измеренных расстояний между ними в наибольшей степени приводит к повышению точности определения площадей элементарных фигур – до 17 раз. Для многоугольников ( $n > 4$ ) произвольной конфигурации повышение точности составляет 1,1–1,8 раза. Уравнивание согласует расстояния, вычисленные по координатам вершин участка и измеренные непосредственно, а также позволяет по невязкам условных уравнений выявлять грубые ошибки.

Для повышения точности геодезического обеспечения можно использовать определение вдоль каждой стороны участка координат дополнительных точек. Если выполнить по этим данным линейную аппроксимацию, то можно получить  $n$  уравнений прямых. Пересечение  $i-1$  и  $i$  прямых даст координаты  $i$  межевого знака. Проведенные математико-статистические исследования точности определения координат межевых знаков показывают, что, если по сторонам участка в форме квадрата с длиной стороны 20 м координировать дополнительные точки через 2 м, то точность определения координат межевых знаков можно повысить в 1,8 раза, если – через 1 м, то в 2,4 раза. Использование такого приема эффективно при отсутствии видимости на межевые знаки или невозможности установки на них отражателей.

Анализ показывает, что в городах во многих случаях в качестве межевых знаков используются углы зданий и сооружений, их стыки, примыкания заборов к зданиям и другие подобные контуры, однозначная идентификация которых затруднительна. С целью фиксирования положения межевых знаков, находящихся на вертикальных поверхностях, целесообразно маркировать их равносторонними закрашенными треугольниками, обращенными вершинами вниз. Выбор фигуры объясняется тем, что так обозначают межевые знаки на топографических и кадастровых планах.

В настоящее время координирование межевых знаков вне зависимости от геометрии объекта и расстояния между межевыми знаками обязательно выполняется с точек планового обоснования. При коротких расстояниях между знаками при средней квадратической ошибке взаимного положения 5–6 см это приводит к большим относительным ошибкам взаимного положения и искажает геометрию объекта на плане. Для исключения данного недостатка определение координат вершин

прямоугольных участков, образованных короткими сторонами, целесообразно выполнять по результатам обмера, выполнив координатную привязку ограниченного числа вершин.

Рассмотренные меры могут быть положены в основу новой технологии геодезического обеспечения городского кадастра, которая позволяла бы определять координаты межевых знаков с повышенной точностью (1–3 см).