

УДК 528.44

## О СОГЛАСОВАНИИ ПЛОЩАДЕЙ И ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ КАДАСТРА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

**М. Брынь, В. Иванов, С. Дергачёв**

Петербургский государственный университет путей сообщения, г. Санкт-Петербург

**В. Колгунов**

Национальный университет "Львівська політехніка"

**Ю. Щербак**

Черниговский государственный институт экономики и управления

**Ключевые слова:** кадастровая съемка, площадь, межевой знак.

### Введение

Геоинформационные системы находят все более широкое применение в самых разных областях экономики, в том числе и в системах кадастра объектов недвижимости. В качестве примера таких систем можно привести единую корпоративную автоматизированную систему управления и мониторинга объектов имущественного комплекса ОАО "РЖД" и "региональную геоинформационную систему Санкт-Петербурга" (РГИС). Последняя система в сети Интернет предоставляет информацию о зданиях, сооружениях, земельных участках, кадастровых и строительных кварталах, функциональных зонах Генплана и территориальных зонах правил застройки и землепользования, зонах особого режима использования, объектах культурного наследия, зеленых насаждениях, водоемах, линейных объектах, административных границах, геонимах Санкт-Петербурга.

Не подвергая сомнению необходимость и полезность таких систем, отметим, что основным их недостатком является то, что они не обеспечивают согласования площадей и координат межевых знаков смежных земельных участков.

### Необходимость согласования площадей и границ объектов недвижимости

Существующая в России технология постановки объектов на кадастровый учет определяет, что координаты поставленных на учет участков следует принимать для более поздних результатов кадастровой съемки смежных участков. При этом руководствуются тем, что координаты межевых знаков по границе двух участков должны быть одинаковыми. Однако межевые знаки, находящиеся на границах смежных участков, в результате кадастровой съемки этих участков получают различающиеся между собой координаты. На наш взгляд, если эти различия выходят за пределы допустимых значений, то необходимо принимать меры для отыскания ошибок,

если нет – то принимать вновь полученные координаты в обработку, а не отбрасывать их. В обработку следует принимать также результаты линейных и разностно-координатных измерений между межевыми знаками, координатных и угловых измерений – на вершинах межевых знаков, которые в значительных объемах выполняются в ходе полевых работ при контроле межевания.

Таким образом, существующая система, обеспечивая согласованность данных по границам участков, накапливает ошибки и, не обеспечивая достоверности данных кадастра, приводит к многочисленным судебным искам по разрешению земельных споров, к значительным финансовым затратам по устранению ошибок, а с точки зрения теории математической обработки геодезических измерений, – исключает из обработки избыточные измерения. Между тем известно, что избыточные измерения позволяют осуществлять контроль качества полевых измерений, получать более точные значения искомых величин и выполнять оценку точности выполненных измерений.

На наш взгляд, следует принять другую идеологию функционирования геоинформационных систем кадастра объектов недвижимости, а именно – не стремиться к неизменности координат межевых знаков и площадей земельных участков и других объектов недвижимости, тем более, что это трудно обеспечить на длительный исторический период. Среди причин, вызывающих изменения координат, можно назвать такие, как использование при более поздних работах более совершенных приборов, "старение" систем координат, изменение границ федеральных округов, а значит, и границ распространения местных систем координат и др.

В качестве примера приведём известный факт, когда переход к постановке на учет земельных участков в местных системах координат привел к необходимости перевычисления координат межевых знаков, а это, в свою очередь, привело во многих случаях к пересечению границ смежных земельных участков [1]. Для устранения этого несоответствия Министерство экономического развития Российской Федерации распространило письмо от 27 марта 2009 г. за № 4448-ИМ/Д23, в котором указывались пути решения проблемы.

Таким образом, следует признать целесообразным периодическое (например, раз в год) обновление координат межевых знаков и площадей земельных участков на основе учёта вновь поступившей в систему информации.

#### Алгоритм уравнивания координат межевых знаков и непосредственно измеренных расстояний между ними

Для повышения точности местоположения 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 съёмки. Измерение таких расстояний должно быть надлежащим образом организовано; при этом расстояния до 20 м можно измерять рулетками, а более 20 м – дальномерами. Во многих случаях, ввиду невозможности установки приборов над межевыми знаками, в результатах измерений необходимо учитывать влияние элементов приведения.

Примем координаты  $x_i, y_i$  межевых знаков измеренными величинами. Тогда можно записать очевидное условие

$$\varphi_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2} - d_i = 0, \quad (1)$$

где  $d_i$  – непосредственно измеренные расстояния между межевыми знаками; ошибками их определения пренебрежем.

Для перехода к системе условных уравнений поправок возьмем частные производные функций  $\varphi_i$  по координатам. Получим:

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_i} = -\cos \alpha_{i,i+1}; \quad \frac{\partial \varphi_i}{\partial y_i} = -\sin \alpha_{i,i+1};$$

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial x_{i+1}} = \cos \alpha_{i,i+1}; \quad \frac{\partial \varphi_i}{\partial y_{i+1}} = \sin \alpha_{i,i+1}.$$

В результате будем иметь:

$$-\cos \alpha_{i,i+1} v_{x_i} - \sin \alpha_{i,i+1} v_{y_i} + \cos \alpha_{i,i+1} v_{x_{i+1}} + \sin \alpha_{i,i+1} v_{y_{i+1}} + w_i = 0, \quad (2)$$

где  $\alpha_{i,i+1}$  – дирекционные углы;  $v_{x_i}, v_{y_i}, v_{x_{i+1}}, v_{y_{i+1}}$  – поправки к координатам межевых знаков;  $w_i$  – невязки условных уравнений, вычисляемые путем подстановки в формулы (1) результатов измерений.

В матричной записи система условных уравнений поправок (2) имеет вид [4]:

$$AV + W = 0, \quad (3)$$

где  $A$  – матрица коэффициентов условных уравнений;  $V$  – вектор поправок к координатам межевых знаков;  $W$  – вектор невязок.

Приведем формулы метода наименьших квадратов для решения системы (3) [4]:  $N = AQA^T$ ;  $k = -N^{-1}W$ ;  $V = QA^T k$ , где  $N$  – матрица коэффициентов нормальных уравнений;  $Q$  – обратная весовая матрица координат межевых знаков;  $k$  – вектор коррелат.

Модельные исследования, проведенные нами, показывают, что совместное уравнивание координат межевых знаков и всех непосредственно измеренных расстояний между ними в наибольшей степени повышают точность определения площадей элементарных фигур – до 17 раз. Для многоугольников ( $n > 4$ ) произвольной конфигурации повышение точности составляет до 2 раз. Уравнивание согласует расстояния, вычисленные по координатам вершин участка и измеренные непосредственно, а также позволяет по невязкам условных уравнений выявлять грубые ошибки.

#### Алгоритм согласования площадей земельных участков и результатов непосредственных геодезических измерений

Предположим, что в пределах кадастрового квартала определено  $n_1$  площадей земельных участков.

Принимая площадь в качестве измеренной величины, получим параметрическое уравнение поправок площади. Для этого запишем известную формулу вычисления площади  $P$  по координатам  $x_i, y_i$

межевых знаков:  $P = \frac{1}{2} \sum x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$ . Частные производные будут

$$\frac{\partial P}{\partial x_i} = \frac{1}{2} (y_{i+1} - y_{i-1});$$

$$\frac{\partial P}{\partial y_i} = -\frac{1}{2} (x_{i+1} - x_{i-1}).$$

Приближенное значение площади, вычисленное по приближенным значениям координат, такое

$$P^0 = \frac{1}{2} \sum x_i^0 (y_{i+1}^0 - y_{i-1}^0).$$

Тогда уравнение поправок запишется так

$$v_P = \frac{1}{2} (y_{i+1} - y_{i-1}) \delta x_i - \frac{1}{2} (x_{i+1} - x_{i-1}) \delta y_i + l_P, \quad (4)$$

где  $v_P$  – поправка к “измеренному” значению площади;  $\delta x_i, \delta y_i$  – поправки к приближенным значениям координат;  $l_P = P^0 - P$  – свободный член.

Очевидно, что, например, в пределах кадастрового квартала количество участков всегда меньше количества межевых знаков, и система уравнений, составленная из уравнений (4), в рамках классической теории метода наименьших квадратов не решается. Алгоритм такого решения можно найти в [2, 3].

Если в пределах кадастрового квартала выполнены дополнительные измерения углов на вершинах участков, координат вершин, расстояний между

межевыми знаками и разностей координат между знаками, то при этом, если количество всех измерений больше числа координат знаков, задача может быть решена в рамках классической теории параметрического способа уравнивания.

#### Заключение

Геоинформационные системы кадастра объектов недвижимости должны быть динамичными, допускающими оперативное внесение изменений и дополнений в систему и обеспечивающими согласование площадей и результатов непосредственных геодезических измерений последовательно для земельного участка, кадастрового квартала, муниципального образования, федерального округа. Реализация этого предложения позволит устранять явные промахи в результатах геодезических работ и повысить точность определения площадей земельных участков. Это также позволит поставить на кадастровый учет и те участки, для которых по разным причинам кадастровые съемки не выполнены, и их площади определены приближенно. Тем не менее, эти участки станут налогооблагаемой базой, поскольку в будущем площади этих участков будут уточнены.

#### Литература

1. Бочаров М.В. Государственная политика в области кадастра объектов недвижимости // Кадастровый вестник. – 2009. – № 1. – С. 8–16.
2. Матвеев С.И., Волков В.Ф., Смородинский В.А. О согласовании границ участков в автоматизированных системах // Путь и путевое хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 26.
3. Матвеев С.И. О возможности автоматизированного согласования границ кадастровых участков // Геопрофи. – № 1. – С. 53–54.
4. Машимов М.М. Методы математической обработки астрономо-геодезических измерений / М.М. Машимов. – М.: ВИА. – 1990. – 510 с.

#### Про погодження площ та меж земельних ділянок у геоінформаційних системах кадастру об'єктів нерухомості

М. Бринь, В. Иванов, С. Дергачов,  
В. Колгунов, Ю. Щербак

Показана необхідність узгодження площ і меж об'єктів нерухомості у геоінформаційних системах. Наведено алгоритми вирівнювання координат межових знаків і безпосередньо вимірених віддалей між ними, а також алгоритми вирівнювання площ земельних ділянок та результатів геодезичних вимірювань.

#### О согласовании площадей и границ земельных участков в геоинформационных системах кадастра объектов недвижимости

М. Брынь, В. Иванов, С. Дергачёв,  
В. Колгунов, Ю. Щербак

Показана необходимость согласования площадей и границ объектов недвижимости в геоинформационных системах. Приведены алгоритмы уравнивания координат межевых знаков и непосредственно измеренных расстояний между ними, а также алгоритмы уравнивания площадей земельных участков и результатов геодезических измерений.

#### Compatibility of the area and boundaries of land in Geographic Information Systems for Real Estate Cadastre

M. Bryn, V. Ivanov, S. Dergachev,  
V. Kolgunov, Yu. Shcherbak

The necessity of harmonization of the areas and boundaries of properties in the geographic information systems is shown. The equalization algorithms for the landmark coordinates and directly measured distances between them also the equalization algorithms for the land areas and the results of geodetic measurements are given.



International Seminar  
State Land Management  
in Transitional Countries:  
Issues and Ways forward



Budapest, Hungary, Ministry of Rural Development  
20-21 September, 2012