

К вопросу сопряжения координат характерных точек смежных границ земельных участков в кадастре

В. А. Калюзин¹, В. А. Падве¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: kaluzhin@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена математико-статистическому обоснованию сопряжения координат характерных точек смежных границ земельных участков в кадастре. Предполагается, что такие координаты свободны от реестровых ошибок.

Ключевые слова: кадастр, статистический критерий, координаты характерных точек, способы сопряжения координат, унифицированный алгоритм

To the question of conjugation of the coordinates of the characteristic points of adjacent boundaries of land plots in the cadaster

V. A. Kalyuzhin¹, V. A. Padve¹*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: kaluzhin@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the mathematical and statistical justification of conjugate coordinates of characteristic points of adjacent boundaries of land plots in the cadastre. It is assumed that such coordinates are free from registry errors.

Keywords: cadastre, statistical criterion, characteristic points coordinates, methods of coordinate coupling, unified algorithm

Введение

За последние тридцать лет система кадастра недвижимости России прошла путь от децентрализованного и раздельного учета и регистрации земельных участков и объектов капитального строительства до единой системы кадастрового учета и регистрации недвижимого имущества и сделок с ним. Сейчас становится возможной подготовка системы к переходу на цифровые технологии.

Вместе с тем в кадастре остается ряд проблем. Многие исследователи особо выделяют проблему, связанную с выявлением и устранением *реестровых ошибок* [1 - 8].

В федеральном законе № 218-ФЗ [9] и приказе Росреестра от 01.06.21 № П/0241 [10] наряду с определением реестровой ошибки в широком смысле слова, отдельно отмечают ошибки в описании местоположения границ земельных участков, в том числе, по причине пересечения и разрыва между смежными границами. И это пересечение может быть как из-за нарушений, допущенные кадастровыми инженерами, в сфере земельного либо административного, либо уголовного права, другими словами, в юридической сфере, так и в сфере техно-

логии геодезических измерений или из-за технических ошибок при подготовке кадастрового документа.

На практике, в первую очередь, выделяют технологический аспект возникновения реестровой ошибки [1, 2, 7, 8, 11 - 14]. В этой связи предлагаем такое её определение.

«Реестровая ошибка» — это грубое противоречие между записями в кадастровых документах или в ЕГРН, относящимися к описаниям (семантическим, геометрическим, метрическим) местоположения границ объектов кадастрового учета, полученных геодезическим, фотограмметрическим, картометрическим методами, и реальным положением этих границ в пространстве-времени.

Сейчас устранение реестровой ошибки широко обсуждается в научно-технической литературе. В этой области достигнуты определенные результаты [1, 2, 5 - 8, 11, 13, 15].

С девяностых годов прошлого века и до настоящего времени, в кадастровых нормативно-технических документах и подзаконных актах не рассматривается механизм сопряжения координат характерных точек смежных границ земельных участков, в случае допустимого значения ошибок их определения. В указанных документах координаты общих характерных точек границ земельных участков и/или объектов недвижимости переопределяются только в отдельных случаях [16 - 20].

Впервые в России, способ сопряжения координат характерных точек смежных границ в кадастре, в случае допустимой величины их расхождения, предложен Овчинниковой А.Г. [21]. Однако автор работы не учитывает коррелированность обрабатываемых данных и фактическую точность сопрягаемых координат характерных точек земельных участков.

Рекомендации по выполнению уравнивания результатов межевания и совместной обработке повторных и предыдущих определений координат характерных точек смежных границ земельных участков предложены в работе Е.И. Гавря и Е.М. Головиной [22]. К сожалению, авторы не указывают, как, собственно, выполнять эту совместную обработку.

За рубежом также уделяют внимание вопросам повышения качества и устранению ошибок в старых кадастровых базах данных, сформированных по картам и планам. При этом применяют генетический алгоритм, метод наименьших квадратов с учетом топологических отношений между земельными участками [23 и 24] и усовершенствованный способ Гельмерта [25]. Авторы указанных работ отмечают, что сопряжение координат характерных точек смежных границ земельных участков при допустимой ошибке их определения является одной из главных задач повышения качества кадастровых баз данных, так как это позволяет создать непрерывное (без разрывов и пересечений) точное кадастровое деление территории страны.

Таким образом, вопрос сопряжения координат характерных точек смежных границ земельных участков в кадастре, при допустимой величине ошибок их определения, проработан недостаточно полно, и его исследование имеет важное государственное значение.

Критерий выявления геодезической составляющей реестровой ошибки

Прежде чем перейти к обоснованию критерия выявления геодезической составляющей реестровых ошибок, приведем основные теоретические положения и согласуем некоторые процедуры, которые следует выполнять при производстве межевания.

Положение отдельной характерной точки границы земельного участка определяется ее радиусом-вектором R [16, 26]:

$$R = x \cdot i + y \cdot j, \quad (1)$$

где i и j – орты осей прямоугольных плановых координат x и y .

Показателем точности межевания служит средняя квадратическая погрешность (СКП) планового положения некоторой характерной точки границы земельного участка относительно ближайших пунктов государственной геодезической основы [20], обозначаемое символом m_R . Значение «СКП положения», определяемое по формуле [26], равно

$$m_R = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}, \quad (2)$$

где m_x и m_y – это СКП урванных значений абсциссы и ординаты характерной точки. Фактическое значение СКП положения не должно превышать нормативного допуска, определяемого документом [20].

Предположим, что после согласования границ соседних земельных участков, которые закреплены на местности межевыми знаками, на каждом из участков выполнена математическая обработка результатов полевых измерений, т.е. нам известны урванные координаты $\bar{X}^T = (\bar{x}_i, \bar{y}_i)$ всех характерных точек и ковариационная матрица $K_{\bar{X}}$ этого вектора координат \bar{X} .

Расхождение значений первого и второго координирований некоторой характерной точки, расположенной на общей границе двух земельных участков № 1 и № 2, будем оценивать с помощью расстояния $S_{12} = |R_2 - R_1|$ между двумя независимыми определениями координат такой характерной точки: $R_1 = \bar{x}_1 \cdot i + \bar{y}_1 \cdot j$ и $R_2 = \bar{x}_2 \cdot i + \bar{y}_2 \cdot j$, то есть:

$$S_{12} = ((\bar{x}_2 - \bar{x}_1)^2 + (\bar{y}_2 - \bar{y}_1)^2)^{1/2}. \quad (3)$$

Предполагается, что положения R_1 и R_2 определены хотя и разными независимыми технологиями, но в одной системе координат ХОУ. СКП положения (2) обоих определений R_1 и R_2 должны удовлетворять нормативным допускам M_t , установленным документом [20].

Объединенная ковариационная матрица $K_{ХТ}$ двух независимых координирований общей характерной точки смежной границы будет иметь следующую блочную структуру:

$$K_{ХТ} = \begin{pmatrix} K_1 & 0 \\ 0 & K_2 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Каждый блок K_i матрицы (4) – это ковариационная матрица автономного определения координат характерной точки на соответствующем земельном участке. Матрица K_i считается известной из материалов уравнивания результатов измерений на i -ом земельном участке:

$$K_i = \begin{pmatrix} m_{\bar{x}}^2 & K_{\bar{x}\bar{y}} \\ K_{\bar{y}\bar{x}} & m_{\bar{y}}^2 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

На практике полная информация в форме (5) может отсутствовать. Тогда данная матрица вырождается в диагональную:

$$K_i = \begin{pmatrix} m_x^2 & 0 \\ 0 & m_y^2 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

В общем случае (5), СКП расстояния S_{12} (3) должна быть вычислена с учетом коррелированности значений абсцисс и ординат общей точки, уравненных на смежных участках № 1 и № 2:

$$m_{S_{12}}^2 = \cos^2 T (m_{\bar{x}_1}^2 + m_{\bar{x}_2}^2) + \sin^2 T (m_{\bar{y}_1}^2 + m_{\bar{y}_2}^2) + \sin 2T (K_{\bar{x}_1\bar{y}_1} + K_{\bar{x}_2\bar{y}_2}), \quad (7)$$

или проще

$$m_{S_{12}}^2 = \cos^2 T (m_{\bar{x}_1}^2 + m_{\bar{x}_2}^2) + \sin^2 T (m_{\bar{y}_1}^2 + m_{\bar{y}_2}^2),$$

где T – это дирекционный угол линии расхождения (3). В идеале, оба определения R_1 и R_2 (1) должны совпадать между собой, то есть расстояние S_{12} (3) между ними должно равняться нулю. Этот факт позволяет выдвинуть нулевую гипотезу H_0 о равенстве нулю математического ожидания $E(S)$ случайной величины S , которая будет представлять собой вероятностную модель расстояния: $H_0 = \{E(S) = 0\}$. Тестом t для проверки такой гипотезы является стандартная

процедура сопоставления эмпирического значения этого теста t_3 , равного значению вычисленного расстояния S_{12} (3), деленного на величину его СКП $m_{S_{12}}$ (7), с теоретическим значением t_T , являющимся квантилью стандартного нормального распределения на уровне значимости $\alpha = 0,05$ [16, 20]. Значение теста определяется по известному соотношению [27]:

$$t_T = \arg(F_{Gaus} = 1 - \alpha / 2) = 1,96 \approx 2. \quad (8)$$

Когда $t_3 = (S_{12} / m_{S_{12}}) > t_T$, то нулевая гипотеза H_0 отвергается, то есть линейная составляющая расхождения положений R_1 и R_2 недопустимо велика, что свидетельствует о реестровой ошибке в положении характерной точки. Реестровую ошибку исключают путем замены значений положения характерных точек на повторные (контрольные) определения координат при условии, что это не влечет за собой прекращение, возникновение или переход зарегистрированного права на объект недвижимости [10].

Когда же $t_3 = (S_{12} / m_{S_{12}}) \leq t_T$, то есть нулевая гипотеза не отвергнута. Авторы считают, что в этом случае необходимо выполнить сопряжение координат характерных точек смежных границ земельных участков по различным, но по отдельности допустимым, значениям координат $\bar{X}_{ХТ}$ общих характерных точек и их ковариационных матриц $K_{ХТ}$.

Технология сопряжения границ смежных земельных участков

Если в векторах координат R_1 и R_2 не выявлены реестровые ошибки, тогда, как выше было отмечено, Росреестр рекомендует принять тот вектор координат R_i характерной точки смежных границ земельных участков [20], для которого соблюдаются следующие неравенства:

$$\left. \begin{array}{l} R_1, \text{ когда } M_{t_1} \leq M_{t_2} \\ R_2, \text{ когда } M_{t_1} > M_{t_2} \end{array} \right\}, \quad (9)$$

где R_1 и R_2 – векторы координат общей характерной точки на смежной границе, а M_{t_1} и M_{t_2} – нормативная точность положения характерной точки земельных участков № 1 и № 2, соответственно [20]. В дальнейшем систему неравенств (9) будем называть «правила предпочтения Росреестра».

Следует отметить некоторую несогласованность требований Росреестра. С одной стороны, предписывается строгая математическая обработка результатов полевых измерений [16], и современные прикладные пакеты программ позволяют выполнять это требование, в том числе производить оценку точности с учетом коррелированности данных. С другой стороны, оценка точности положения

характерных точек границ объектов кадастрового учета в кадастровых документах и в ЕГРН представляется без учета коррелированности данных, а в отдельных случаях вообще допускается априорная оценка точности [20].

Предлагаемый ниже подход к решению задачи сопряжения кратных значений координат характерных точек, удовлетворяющих по отдельности нормативным требованиям к точности определения этих точек [20] и они не отягощены реестровыми ошибками, делает возможным указанное сопряжение как в самой общей ситуации, когда имеется полная (5) качественная информация о сопрягаемых величинах в форме их ковариационных матриц, так и в более простых случаях (6), когда координаты не коррелированы, но известна их неравноточность (вариант «средневзвешенное данных»), или, ещё проще, – они равноточны (вариант «арифметическое среднее данных»).

В общем случае технология сопряжения границ смежных земельных участков способом среднее неравноточных, коррелированных данных [26] реализуется в четыре этапа.

1. Подготовка данных.

На первом этапе составляют вектор разностей D массивов уравненных значений координат \bar{X}_1 и \bar{X}_2 характерных точек смежной границы:

$$D = \bar{X}_2 - \bar{X}_1. \quad (10)$$

Коррелированные массивы координат \bar{X}_1 и \bar{X}_2 сопровождаются своими ковариационными матрицами $K_{\bar{X}_1}$ и $K_{\bar{X}_2}$, по которым вычисляют априорную ковариационную матрицу коррелированных разностей:

$$K_D = K_{\bar{X}_1} + K_{\bar{X}_2}. \quad (11)$$

2. Выявление нарушений в технологии межевания.

На втором этапе, во-первых, выдвигается нулевая гипотеза о несущественности, в среднем, значения коррелированных разностей координат характерных точек:

$$H_0 = \{E(D) = 0\} \quad (12)$$

Во-вторых, вычисляется эмпирическое значение t_3 известного теста (на уровне значимости $\alpha = 0,05$) о равенстве математического ожидания нулю:

$$t_3 = \frac{|\bar{d}|}{m_{\bar{d}}} > t_T = 1,96. \quad (13)$$

Здесь \bar{d} – это среднее коррелированных разностей, которое равно:

$$\bar{d} = \frac{[s_k \cdot d]}{[K_D^{-1}]}$$
; знаменатель этой формулы $[K_D^{-1}]$ – это сумма всех элементов обрат-

ной априорной ковариационной матрицы разностей; а числитель $[s_k \cdot d]$ – сумма произведения столбцовых сумм s_k матрицы K_D^{-1} на соответствующие разности $d_i \in D$; квадрат СКП среднего коррелированных разностей (знаменатель (13)) ра-

вен $m_{\bar{d}}^2 = \frac{\mu^2}{[K_D^{-1}]}$; числитель последней дроби – это масштабный показатель точ-

ности $\mu^2 = \frac{D'^T K_D^{-1} D}{k-1}$, где D' – это исправленные разности: $D' = D - \mathbf{1} \cdot \bar{d}$; вектор

$\mathbf{1}$ – матрица столбец, все элементы которой равны единице; число пар коррелированных координат k равно удвоенному количеству n характерных точек смежных границ земельных участков, каждая из которых описывается двумя координатами: $k = 2 \cdot n$.

В-третьих, эмпирическое значение теста t_g сравнивается с его теоретическим значением t_T , являющимся квантилью стандартного нормального распределения на уровне значимости $\alpha = 0,05$ [16, 20, 27].

Если $t_g > t_T$, то нулевая гипотеза (12) отвергается, то есть массив характерных точек содержит реестровые ошибки и работы по межеванию границ подлежат переделке. Когда гипотеза (12) не отвергнута, можно приступить к процедуре сопряжения координат характерных точек смежных границ.

Однако, и в этой ситуации, когда среднее коррелированных разностей прошло проверку на незначимость, возможны отдельные недопустимые расхождения в определении координат некоторых характерных точек.

3. Идентификация реестровых ошибок отдельных характерных точек.

Сопряжения смежных границ земельных участков № 1 и № 2 имеет смысл, если разности координат характерных точек d_i не превышают допустимых значений:

$$d_i^{\text{доп}} = t_T \sqrt{\{K_D\}_{ii}}, \quad (14)$$

где $t_T = t_\alpha = 1,96$ квантиль стандартного нормального распределения (8), а $\{K_D\}_{ii}$ – диагональный элемент ковариационной матрицы разностей K_D (11).

Единичные недопустимые разности $d_i \in D$ свидетельствуют либо о реестровых ошибках в отдельных координатах некоторой характерной точки, определенных на первом или втором земельном участке, либо о перемещении межевого знака. Такие пары координат характерной точки должны быть переопределены,

а грубые пары координат характерной точки – исключены из дальнейшей обработки.

4. Сопряжение координат характерных точек.

При отсутствии реестровых ошибок, или после их устранения, необходимо осуществить сопряжение характерных точек как смежных границ, так и «узлов», то есть характерных точек, которые являются общими для нескольких земельных участков в месте их стыковки.

4.1. Сопряжение групп характерных точек на смежной границе.

Ковариационная матрица K_D (11) разностей двойных определений координат является матрицей коэффициентов нормальных уравнений коррелат $N_\Lambda = K_D \cdot \Lambda - D = 0$, из решения которых находят искомые корни – коррелаты:

$$\Lambda = K_D^{-1} \cdot D. \quad (15)$$

По найденным коррелатам вычисляют поправки \tilde{V}_1 и \tilde{V}_2 в исходные координаты каждого участка:

$$\tilde{V}_1 = -K_{\bar{X}_1} \cdot \Lambda \text{ и } \tilde{V}_2 = -K_{\bar{X}_2} \cdot \Lambda. \quad (16)$$

Окончательно, дважды получают значения сопряженных координат характерных точек по исходным координатам обоих участков:

$$\bar{X}_{\bar{S}} = \tilde{X}_1 + \tilde{V}_1 = \tilde{X}_2 + \tilde{V}_2. \quad (17)$$

Оценку точности сопряженных значений координат характерных точек выполняют так же дважды, вычисляя двумя способами апостериорное значение ковариационной матрицы $\bar{K}_{\bar{S}}$ сопряженных координат:

$$\bar{K}_{\bar{S}} = \mu^2 (K_{\bar{X}_1} - K_{\bar{X}_1} K_D^{-1} K_{\bar{X}_1}) = \mu^2 (K_{\bar{X}_2} - K_{\bar{X}_2} K_D^{-1} K_{\bar{X}_2}). \quad (18)$$

где $\mu^2 = \frac{D^T \Lambda}{k}$ – это апостериорное значение масштабного показателя точности

σ^2 , теоретическое, априорное, значение которого $\sigma_0^2 \equiv 1$ [26].

4.2. Сопряжение координат узловых характерных точек.

Особый случай сопряжения координат характерной точки, представляющей собой узел, в котором сходятся границы трех и более (g) земельных участков, так же осуществляется на основе алгоритма параметрического способа уравнивания данных. По каждому из участков предполагаются известными вектор координат узла \bar{X}_i ($\forall i = 1, \dots, g$) и соответствующая ковариационная матрица таких координат

нат $K_{\bar{X}_i}$ этой характерной точки: полная ($K_{\bar{X}_i}$ – по материалам уравнивания), дисперсионная ($D_{\bar{X}_i}$ – известна лишь информация о неравноточности абсцисс и ординат) или единичная, модулированная априорным показателем точности ($\sigma^2 I$). Совокупность всех определений координат по участкам здесь трактуется как вектор «измерений» с известной ковариационной матрицей.

Линеаризованные параметрические уравнения связи для решения задачи сопряжения координат некоторой узловой характерной точки, в которой сходятся g участков, имеют такой вид:

$$A_{2g \cdot 2} \cdot \tilde{X}_{2 \cdot 1} - X_{2 \cdot 1} = \tilde{V}_{2g \cdot 1}, \quad (19)$$

где $A_{2g \cdot 2}$ – блочная матрица коэффициентов, содержащая g единичных блоков, вида $I_{2 \cdot 2}$; $\tilde{X}_{2 \cdot 1}$ – искомый (неизвестный) вектор сопряженных координат узла; $X_{2g \cdot 1}$ – блочный вектор, состоящий из g пар известных i -ых координат (x_i, y_i) узла каждого участка; $\tilde{V}_{2g \cdot 1}$ – блочный вектор искомых МНК-поправок к координатам (x_i, y_i) .

Решение уравнений (19) под условием $\tilde{V}_{1 \cdot 2g}^T K_{2g \cdot 2g}^{-1} \tilde{V}_{2g \cdot 1} = \min$, где $K_{2g \cdot 2g}$ – это блочно-диагональная ковариационная матрица, содержащая блоки $K_{\bar{X}_i}$, порождает систему нормальных уравнений

$$N_{2 \cdot 2} \cdot \tilde{X}_{2 \cdot 1} - G_{2 \cdot 1} = 0_{2 \cdot 1}, \quad (20)$$

содержащую тот же неизвестный вектор $\tilde{X}_{2 \cdot 1}$ сопряженных координат узла, а также коэффициенты

$$N_{2 \cdot 2} = A_{2 \cdot 2g}^T K_{2g \cdot 2g}^{-1} A_{2g \cdot 2}, \quad (21)$$

и свободные члены

$$G_{2 \cdot 1} = A_{2 \cdot 2g}^T K_{2g \cdot 2g}^{-1} X_{2g \cdot 1}. \quad (22)$$

Корни системы (20) являются сопряженными координатами узловой точки:

$$\tilde{X}_{2 \cdot 1} = N_{2 \cdot 2}^{-1} G_{2 \cdot 1}, \quad (23)$$

а обратная матрица коэффициентов нормальных уравнений – это ковариационная матрица сопряженных координат узловой точки:

$$N_{2:2}^{-1} = K_{\tilde{X}_{2,1}}. \quad (24)$$

Естественно, что и при сопряжении координат g узлов, вычисляется апостериорное значение μ^2 масштабного показателя точности σ^2 и проверяется нулевая гипотеза о незначимости его отклонения от теоретического значения $\sigma_0^2 \equiv 1$ [26].

Вышеприведенная технология сопряжения координат узлов (19) – (24) может быть использована для всех характерных узловых точек объекта кадастрового учета.

Описанная процедура сопряжения границ двух смежных участков, для которых не выявлены реестровые ошибки, является унифицированной, так как в случае когда полная информация о качестве выполненной математической обработки измерений на участках отсутствует, то есть нет ковариационных матриц $K_{\bar{X}_1}$ и $K_{\bar{X}_2}$ уравненных координат характерных точек смежных границ, то вместо них можно ввести диагональные дисперсионные матрицы $D_{\bar{X}_1}$ и $D_{\bar{X}_2}$, отражающие неравноточность значений пар координат (вариант «средневзвешенное данных»), или единичные матрицы соответствующего размера (вариант «арифметическое среднее данных»).

Для иллюстрации функционирования процедуры сопряжения границ характерных точек двух смежных участков выполним моделирование такого процесса, воспользовавшись методом Монте-Карло.

Исследование и обсуждение результатов

Для исследования была создана модель двух смежных земельных участков (рис. 1). Координирование границ первого земельного участка производилось с двух базисов (100-200 и 300-400), а второго – с трех (100-200; 300-400 и 400-500) методом полярной засечки. В целях контроля межевания в модель включены дополнительные (избыточные) измерения длин сторон между несмежными характерными точками границ земельного участка [16].

Для получения выборки псевдослучайных стандартных нормальных чисел применялся генератор стандартных нормальных чисел, описанный в [27]. Выборки генерировались отдельно для каждого участка.

Полученные псевдоизмерения уравнивались параметрическим способом с использованием его синтезированного варианта [26]. Уравненные значения координат характерных точек смежных границ удовлетворяли «Нормативной точности», в связи с чем, к ним была применена предложенная выше технология сопряжения границ (10-18).

Были смоделированы два случая: земельные участки расположены на землях одной категории и на разных категориях земель. В первом случае земельные участки № 1 и № 2 отнесли к категории земель населенных пунктов, а во втором – для земельного участка №1, изменили категорию на земли промышленности.

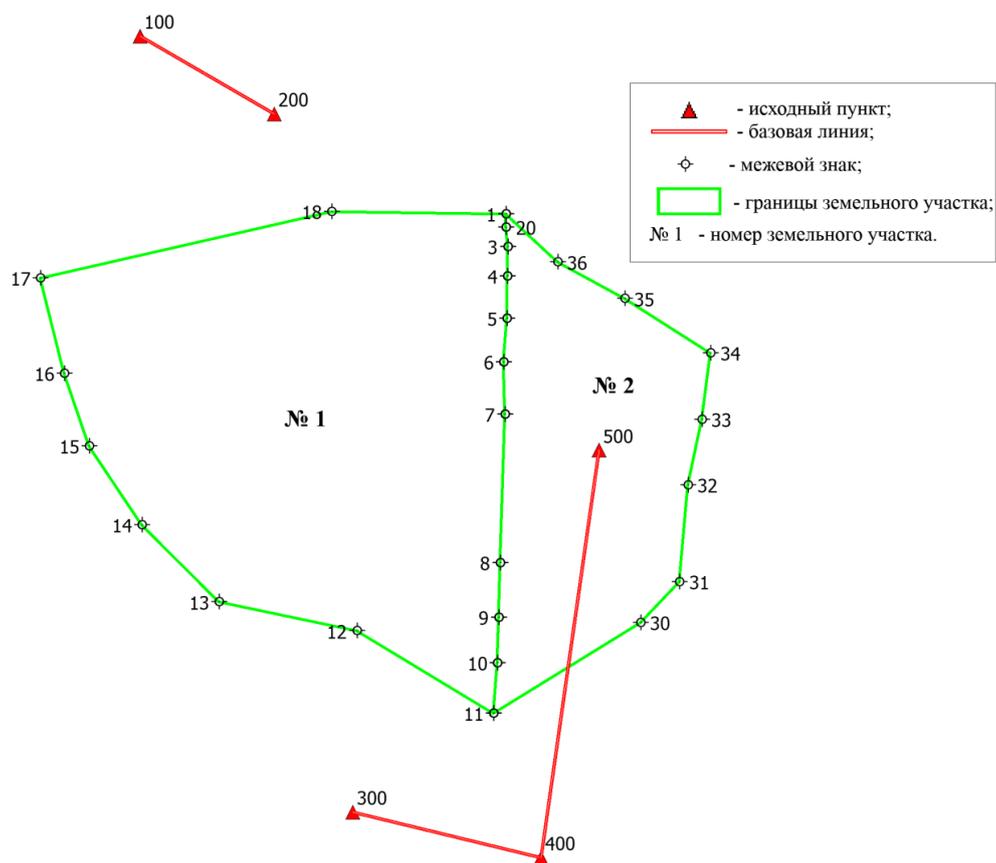


Рис. 1. Модель смежных земельных участков

На основании результатов исследования, авторы делают следующие выводы:

1) сопряжение уравненных (неуравненных) координат характерных точек смежных границ земельных участков по правилам предпочтения Росреестра понижает потенциальную точность кадастровых данных в 2,5 раза. С высокой долей вероятности, можно предположить увеличение остаточных систематических погрешностей в значениях координат характерных точек;

2) способ среднее неравноточных коррелированных данных позволяет выполнить корректное сопряжение смежных границ земельных участков, повысить качество кадастровых данных в 2,4 раза по сравнению с другими способами и обосновано выявлять реестровые ошибки. Этот способ является унифицированным алгоритмом, который позволяет выполнить обработку либо равноточных, либо неравноточных координат характерных точек с учетом или без учета их коррелированности, т.е. в зависимости от применяемой технологии обработки результатов межевания и разрешенного использования смежных земельных участков.

Таким образом, подтвердилось, ранее, высказанное предположение об эффективности предлагаемого авторами алгоритма обработки коррелированных парных данных для сопряжения характерных точек смежных границ земельных участков в кадастре.

Заключение

Таким образом, предлагаемый унифицированный алгоритм сопряжения координат характерных точек (способ среднее неравноточных, коррелированных данных) по смежным границам земельных участков позволит создать основу для повышения точности, качества и надежности кадастра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев Е.И., Каленицкий А.Н., Ключниченко В.Н. Проблемы кадастровой деятельности // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2015. – №5/С. – С. 99—103.
2. Антонович К.М., Ключниченко В.Н. Некоторые вопросы ведения кадастра в России // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2015. – №5/С. – С. 103—107.
3. Бурмакина Н.И. Актуальные проблемы в сфере реализации кадастровых отношений и возможные пути их решения // Имущественные отношения в РФ– 2015. – №1(160). – С. 6—20.
4. Варламов А.А., Гальченко С.А., Антропов В.Д., Комаров С.В., Шаповалов Д.А. Проблемы кадастров и пути их решения // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-kadastrov-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 10.08.2021).
5. Горин Д.Ю., Матвеева А.В. Выявление и исправление реестровых ошибок в Едином государственном реестре недвижимости // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений : сб. ст. по материалам II Всерос. науч.-практ. конф. / отв. за вып. Е. В. Яроцкая. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – С. 50-54.
6. Каверин Н.В. О совершенствовании кадастровой деятельности // Вестник СГУГиТ– 2019. – №3. – С. 130—140.
7. Ключниченко В.Н. Новации современного законодательства в сфере ведения кадастра // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2018. – №5. – С. 524—529.
8. Ключниченко В. Н., Каверин Н. В., Лебедев Н. Д. Реестровые ошибки и практика их исправления // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reestrovye-oshibki-i-praktika-ih-ispravleniya> (дата обращения: 10.08.2021).
9. О государственной регистрации недвижимости. Федеральный закон, от 13.07.2015 № 218-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. Приказ Росреестра от 01.06.2021 N П/0241 "Об установлении порядка ведения Единого государственного реестра недвижимости,...». [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. Антропов Д.В., Скачкова Д.И. Особенности выявления и устранения кадастровых ошибок в сведениях кадастра недвижимости // Имущественные отношения в РФ– 2016. – №1(172). – С. 15—20.
12. Батин П.С., Дубровский А.В., Рунковская Г.А. Классификация видов реестровых ошибок и причин их низкого выявления // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-vidov-reestrovyyh-oshibok-i-prichin-ih-nizkogo-vyavleniya> (дата обращения: 10.08.2021).
13. Литвиненко М.В. Практические аспекты реестровых ошибок при наложении границ нескольких смежных земельных участков // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2018. – №5. – С. 530—535.
14. Овчинникова А.Г. Классификация ошибок в сведениях государственного кадастра недвижимости о земельных участках// Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2013. – №2. – С. 90—95.
15. Беклемищева Т. А., Калинин Л. В., Лапшин В. Д. Выявление реестровых ошибок публичных кадастровых данных на примере города Новосибирска с помощью программных комплексов QGIS И MAPINFO // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyavlenie-reestrovyyh-oshibok-publicnykh-kadastrovyyh-dannyh-na-primere-goroda-novosibirska-s-pomoschyu-programmnyh-kompleksov-qgis> (дата обращения: 10.08.2021).

16. Инструкция по межеванию земель, утвержденная Роскомземом 08.04.1996 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
17. Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства (утв. Росземкадастром 17.02.2003) (в ред. От 18.04.2003) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
18. Приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 N 90 (ред. от 09.08.2018) "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"[Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
19. Приказ Минэкономразвития России от 17 августа 2012 г. N 518 г. Москва "О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, а также контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке" URL: <http://www.rg.ru/2013/01/16/trebovaniya-dok.html> (дата обращения: 10.08.2021).
20. Приказ Росреестра от 23.10.2020 N П/0393 "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, помещения, машино-места". Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
21. Овчинникова А.Г. Методика устранения ошибок в сведениях государственного кадастра недвижимости о земельных участках. – Режим доступа: http://xn80afoasmi.xnplai/science/councils/congregation/13_11_28_ovc_hinnikova.pdf (дата обращения: 10.08.2021).
22. Гавря Е.Н., Головина Е.М. Современные проблемы геодезического обеспечения кадастра недвижимости урбанизированных территорий// Инновационная деятельность: теория и практика– 2016. – №9(5). – С. 29—34.
23. Anna Shnaidman, Uri Shoshani and Yerach Doytsher Improving the Graphical Cadastre Based on Genetic Algorithm Principles. URL: https://www.researchgate.net/publication/240639445_Improving_the_Graphical_Cadastre_Based_on_Genetic_Algorithm_Principles (дата обращения: 10.08.2021).
24. N.M. Hashim, A. H. Omar, K.M. Omar , M.F. Abbas, M.A. Mustafar, S.A. Sulaiman Cadastral positioning accuracy improvement (PAI): a case study of pre-requisite data quality assurance. URL: https://www.researchgate.net/publication/336237984_CADASTRAL_POSITIONING_ACCURACY_IMPROVEMENT_PAI_A_CASE_STUDY_OF_PREREQUISITE_DATA_QUALITY_ASSURANCE (дата обращения: 10.08.2021).
25. Michael Klebanov, Yerach Doytsher Establishing an Accurate Continuous Nationwide Cadastre Based on the Cadastral Triangulation Method. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/242268028_Establishing_an_Accurate_Continuous_Nationwide_Cadastre_Based_on_the_Cadastral_Triangulation_Method (дата обращения: 10.08.2021).
26. Падве В. А. Математическая обработка и анализ результатов геодезических измерений [Текст]: монография. В 2 ч. Ч. 2. Синтезированные и комбинированные алгоритмы точностной МНК-оптимизации и анализа результатов измерений – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – 135 с.
27. Падве В.А. Элементы теории вероятностей и математической статистики [Текст]: Учебное пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 208 с.