

## **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ КООРДИНАТ ТОЧЕК ПОВОРОТА ГРАНИЦ СМЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ И ВЛИЯНИЕ ЕЕ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ**

*А.В. Зуска, Р.В. Тихолав, Национальный горный университет, Украина*

Приведены результаты анализа точности определения координат точек поворота границ земельных участков. Для оценки точности геодезических работ по определению координат точек поворота границ нового и ранее нанесенных смежных земельных участков обоснована необходимость установления допустимого значения критерия, что отображает правильность определения координат.

Современные требования по созданию планово-топографической основы для нужд землеустройства и земельного кадастра регламентируются: «Инструкциями по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500» «Положением о земельно-кадастровой инвентаризации земель населенных пунктов»; и «Порядком проведения работ, связанных с передачей, приемкой, проверкой и хранением земельно-кадастровых данных, представленных в едином формате обмена земельно-кадастровыми данными на магнитных носителях».

Многие пользователи и собственники земельных участков сталкиваются с проблемой, так называемых накладок (нестыковок) земельных участков во время оформления, переоформления, присвоения кадастровых номеров ранее выданных земельных участков, но не внесенных в базу данных государственного земельного кадастра (ГЗК).

После вступления в силу Земельного кодекса Украины создалась ситуация, когда приватизация земельных участков началась раньше формирования базы данных ГЗК, которую ведет «Центр государственного земельного кадастра». Таким образом, в нем нет информации обо всех приватизированных земельных участках.

В административных единицах, где электронные карты отсутствовали, государственные акты на право собственности на земельный участок или постоянное пользование земельным участком являются старого образца. Эти акты изготавливались соответственно по границам земельных участков измеренных в условной системе координат, а иногда и без инструментального обследования. С приватизацией каждого нового земельного участка центр ГЗК вносит информацию о нем в базу данных автоматизированной системы (АС) ведения государственного земельного кадастра и проверяет соответствие координат точек поворота границ нового земельного участка с координатами точек смежных границ участков, которые уже есть в базе данных. В случае несоответствия координат границ земельных участков возникают проблемы при внесении их в базу данных и определения кадастрового номера. В большинстве случаев это приводит к значительной задержке в регистрации земельных участков. Не исчезает данная проблема и во время регистрации новых земельных участков.

На публичной кадастровой карте в графическом виде возникают следующие ошибки: накладки, пересечение, разрывы или нестыковки, перемещение, разворот земельных участков (рис 1, 2).

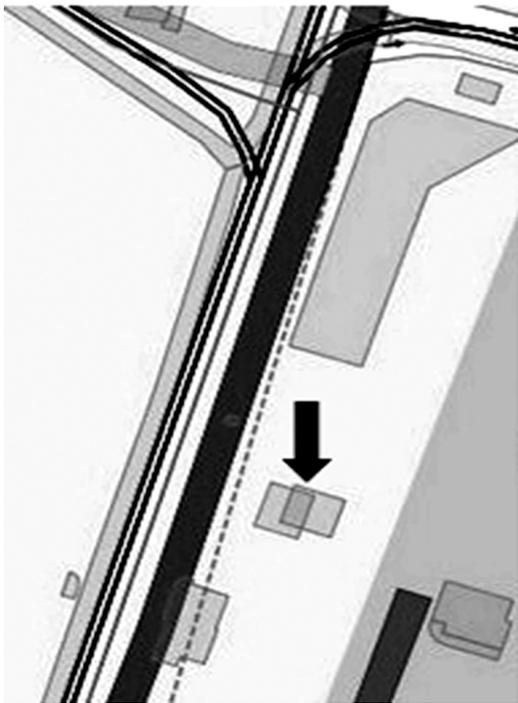
Все это, если отбросить ошибки в семантической базе данных, связано с нарушениями в пространственной привязке земельных участков, а именно:

ошибки при пересчете координат из государственной системы в местную систему координат;

ошибки координат, допущенные при пересчете из местной или условной системы координат в принятую законом Украины систему координат СК-2000.

Отсутствие единого стандарта геодезических пространственных данных в Украине, приводит к систематическим погрешностям в локализации земельных участков и

определении границ разных единиц административно-территориального раздела земли авторизованно.

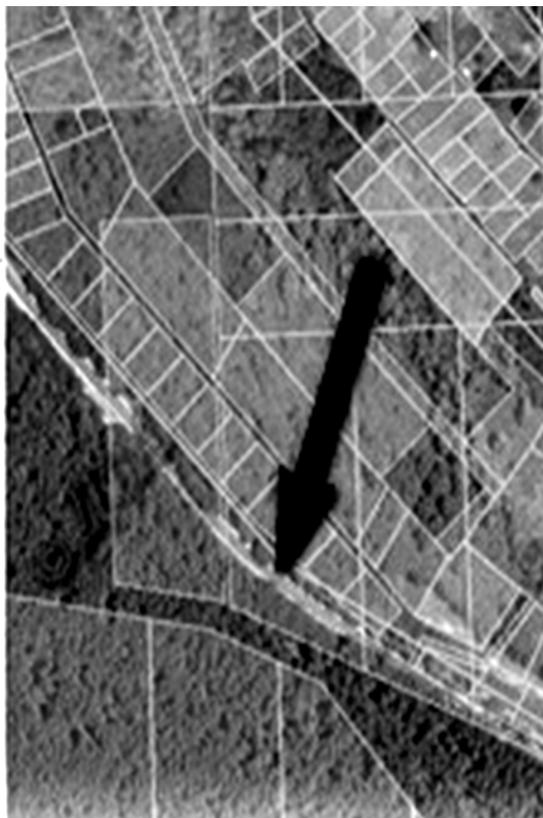


а



б

Рис. 1. Перекрытие (а) и накладка (б) земельных участков



а



б

Рис. 2. Разрыв (а) и разворот (б) границ земельных участков

Вопрос точности определения границ земельных участков возникает постоянно, в основном из-за накладок или разрывов, но вопрос как это исправить сводится к «подгону»

данных». Все это порождает и может увеличить в будущем конфликты между землепользователями и собственниками земли в условиях рынка земли.

**Целью данной статьи** является установить тот критерий точности средней квадратической погрешности, который бы свидетельствовал о правильности выполненных геодезических работ по определению координат точек поворота границ не только нового, но и ранее уже нанесенных смежных с ним земельных участков. Согласно «Инструкции по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500» [1], средние ошибки в положении на плане предметов и контуров местности с четкими абрисами относительно ближайших точек съемочной основы не должны превышать 0,5 мм, а в горных и лесных районах 0,7 мм. На территориях с капитальной застройкой средние ошибки во взаимном положении на плане точек ближайших контуров не должны превышать 0,4 мм. Например, для плана масштаба 1:5000 допускается ошибка положения точки на местности 2,5 метра. В пункте 8.3 определено, что расхождение в контурах не должно превышать 1,0 мм – для основных контуров (границы, шоссейные дороги, улицы и т.д.) и 1,5 мм – для других контуров. Для перехода от средних ошибок дельта ( $\delta$ ) к средним квадратическим ошибкам используется коэффициент 1,25, т. е.,  $m = 1,25 \delta$ .

Средняя квадратическая погрешность местоположения межевого знака относительно ближайшего пункта государственной геодезической сети, геодезической сети сгущения, местных геодезических сетей не должна превышать: в городах областных центрах и городах областного подчинения – 0,1 м; в других городах и поселках – 0,2 м; в селах – 0,3 м. За границами населенных пунктов для земельных участков площадью до 10 га – 0,5 м, а площадью более 10 га – 2,5 м [2].

Для достижения необходимой точности во время выполнения геодезических работ необходимо создание государственной геодезической сети в единой уравненной системе координат доступной исполнителям геодезических работ. Пункты государственной геодезической сети должны иметь единую надежную геодезическую связь («Основные положения создания Государственной геодезической сети Украины», утверждены постановлением КМУ от 08.07.1998 № 844 [3].)

Значит, при стыковке координат точек поворота границ двух смежных земельных участков, полученные двумя независимыми исполнителями, необходимо закладывать такой критерий расхождения координат, который не нарушал бы требования установленные инструкцией, и полученные данные двух земельных участков можно принимать соответствующими. Теоретически «полная стыковка» границ входит в противоречие требованиям [1, 2], где указывается, что средняя квадратическая погрешность (СКП) положения поворотных точек границ земельных участков не должна превышать  $M = 0,10, 0,20, 0,30$  и  $0,50$  м для земель разных категорий. Эти нормы исключают требования полной стыковки.

С внедрением в геодезические работы GPS–наблюдений каждая землеустроительная организация использует для выполнения геодезических работ самостоятельно созданные геодезические сети. В основном исходными пунктами являются временно закрепленные точки, координаты которых определены с помощью GPS–наблюдений. Это приводит к дополнительной ошибке в случае стыковки земельных участков, границы которых определены разными землеустроительными организациями.

Во-первых, координаты точек поворота границ земельных участков зависят не только от точности измерений, но и от метода закрепления их на местности.

Во-вторых, требования к точности положения точек поворота границ земельных участков при электронной стыковке в виде обменного файла XML не утверждены на государственном уровне для всей Украины. Это дает возможность каждой области или областному центру поступать самостоятельно. Доходит до того, что координаты углов поворота, длинны сторон границ земельных участков исполнители записывают до десятых миллиметров, а внутренние углы до сотых секунд, что не всегда соответствует точности приборов, которыми выполнялись измерения. В пункте 6.33 [1] записано, что в каталог координат пунктов

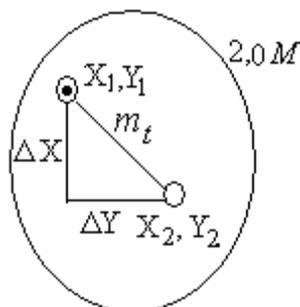
значение координат заносят с точностью 0,001м, дирекционные углы – до 0,1сек, длины линий – до 0,001м. Координаты пунктов съемочной сети записывают с точностью до 0,1м.

Границы земельного участка представляют собой условную линию, установленную относительно объектов природного или искусственного происхождения на местности, которая определяет границу раздела права собственности (ограничений и обременений) субъекта земельно-имущественных отношений. Однако, за погрешность границ земельных участков принимаются их пересечения (нестыковка) на величину 5 см и менее на местности, что говорит про приоритет топологических законов построения контуров границ земельных участков в ГИС над положенными в основу геодезии теории ошибок измерений. Такой подход к точности в ГИС входит в противоречие с нормами инструкций [1, 2].

С учетом современной электронной геодезической техники и соответствующих технологий полевых измерений, которые по сравнению с измерениями обычными геодезическими приборами намного точнее целесообразно повысить нормативную СКП оставить только  $M_i = 0,1$  и  $0,2$  м. В городах областных центрах и городах областного подчинения, в других городах – 0,1м; в поселках, в селах – 0,2. За границами населенных пунктов для земельных участков площадью до 10 и более 10 га – 0,2 м. При этом можно отказаться от «полной» стыковке границ земельных участков [3].

Примем, что вычисленная средняя квадратическая погрешность  $m_t$  положения точки поворота границы (межевого знака) зарегистрированного и нового земельного участка с координатами  $X_1, Y_1; X_2, Y_2$  (рис. 3) по формуле (1) будет критерием допуска определения координат смежных границ

$$m_t = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \leq 2,0M_i \quad (1)$$



- ⊙ – точка поворота границы существующего земельного участка;
- – точка поворота границы нового земельного участка

Рис. 3 Схема расположения точек повороту меж земельных участков при стыковке

Допустимое значение критерия (f) будет свидетельствовать о правильности выполненных геодезических работ по межеванию границ не только нового земельного участка, но и ранее выполненных и которые уже зарегистрированы смежных с ним участков. В этом случае регистратор работу принимает, но при этом делает запись, что координаты точек смежного нового земельного участка берут ранее полученные и которые отражены в кадастровой документации смежного участка. По ним рассчитывается площадь нового участка. Соответствующая запись должна быть сделана в документации нового участка. Таким образом снимается вопрос о подгоне результатов.

Рассмотрим влияние средней квадратической погрешности  $m_t$  положения точек поворота границы на точность определения площади  $P$  земельного участка. СКП  $m_P$  площади земельного участка выражаться функцией:  $m_P = f(P, m_t, k, n)$ , где  $k$  – коэффициент

вытянутости земельного участка, отношение наибольшей длины к наименьшей ширине;  $n$  – количество точек поворота границ земельного участка.

Для определения площади многоугольника с известными координатами его вершин используют формулу Гаусса:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}). \quad (2)$$

Средняя квадратическая погрешность определения площади по координатам определяется на основании формулы (2)

$$m_P^2 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n \left\{ (X_{i+1} - X_{i-1})^2 + (Y_{i+1} - Y_{i-1})^2 \right\} m_t^2 = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n D_{i-1, i+1}^2 m_t^2$$

или

$$m_P = m_t \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n D_{i-1, i+1}^2}, \quad (3)$$

где  $X_i, Y_i$  – координаты  $i$ -й точки границ земельного участка;  $m_P$  – средняя квадратическая ошибка определения площади;  $m_t$  – фактическая средняя квадратическая ошибка положения точки поворота границы земельного участка, закрепленного межевым знаком, которая должна удовлетворять условию  $m_t \leq 2,0M_i$  или  $m_t \leq M_t$ ;  $D$  – диагональ, соединяющая точки смежные с данной точкой  $i+1$  та  $i-1$ ;  $i$  – номер точки поворота (межевого пункту).

Для фигуры прямоугольной формы с четырьмя точками поворота, со сторонами  $S_1$  и  $S_2$  при соотношении  $S_2 = kS_1$  формула (2) приобретает вид

$$m_P = \frac{1}{2} S_1 m_t \sqrt{1 + k^2}.$$

Учитывая, что  $P = kS_1^2$  тогда

$$m_P = m_t \sqrt{P} \sqrt{\frac{(1+k^2)}{2k}}. \quad (4)$$

Для фигуры близкой к квадрату, при  $n=4$  и  $k = 1$

$$m_P = m_t \sqrt{P}. \quad (5)$$

Исходя из формул (4) (5) средние квадратические ошибки положения точек поворота границ земельного участка определяются по формулам:

$$m_t = \frac{m_P}{\sqrt{P}} \sqrt{\frac{(1+k)^2}{2k}} \text{ – для прямоугольной формы,} \quad (6)$$

$$m_t = \frac{m_P}{\sqrt{P}} \text{ – для участка близкого по форме к квадрату.} \quad (7)$$

Допустимая величина относительной ошибки в определении площади земельных участков определяется из соотношения

$$\frac{m_P}{P} = \frac{1}{1000} \text{ или } m_P \leq 0,001P. \quad (8)$$

Полученные средние квадратические ошибки положения точек поворота границ и площадей земельных участков, вычисленных по формулам (6, 7 и 8) занесены в табл. 1.

Таблица 1. Средние квадратические ошибки положения координат точек и площади земельных участков и критерий допустимости

№ п/п	P м <sup>2</sup>	m <sub>t</sub> , м, k=1,5	m <sub>t</sub> , м, k=1	m <sub>P</sub> =0,001P м <sup>2</sup>	Критерий (f)	
					m <sub>t</sub> ≤ 2,0M <sub>i</sub> M <sub>i</sub> = 0,1 м	m <sub>t</sub> ≤ 2,0M <sub>i</sub> M <sub>i</sub> = 0,2
1	2	4	5	3	6	7
1	2500	0,045	0,05	2,5	0,20	0,40
2	1500	0,035	0,039	1,5		
2	1000	0,029	0,032	1,0		
4	600	0,021	0,024	0,6		
5	100	0,008	0,01	0,1		

**Выводы.** На основании вышеизложенного следует:

1. При выполнении геодезических работ исполнителям необходимо всегда соблюдать требования инструкций и другой техничеcки-нормативной документации.

2. Обосновывать требования центра ДЗК к точности определения координат точек поворота границ земельных участков для стыковки их в электронном виде, разработанные в виде обменного файла XML, согласно требованиям инструкций.

3. При стыковке координат точек поворота границ двух смежных земельных участков, полученных двумя независимыми исполнителями необходимо заложить такой критерий (f) расхождения координат, который свидетельствовал бы о правильности выполнения геодезических работ нового участка и ранее выполненных смежных с ним участков.

4. На основании значений средних квадратических ошибок положения точек поворота границ, рассчитанные по формулам (6 и 7) выходит, что точность определения координат точек поворотов границ должна быть от 0,05 до 0,01 м в зависимости от величины площади участка. Согласно [2], точность определения координат межевых знаков не должна превышать 0,1 м, т. е., полученные значения (табл. 1, графы 4, 5) меньше от 2 до 10 раз (графы 6, 7) в зависимости от величины площади. Такая точность положения точек поворота границ земельных участков требует соответственно повышения точности геодезических измерений и соответственно материальных затрат. Эти данные подтверждают, что допуск в формуле (8) во многих случаях завышенный и необходимый дифференцированный подход к точности геодезических измерений, исходя как из технологических, так и экономических соображений.

#### Список литературы

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) – Київ, 1999. – 156 с.

2. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена Державним комітетом України із земельних ресурсів від 18.05.2010 № 376, із змінами, внесеними згідно з Наказом Державного комітету України із земельних ресурсів № 542 (з 0541-10) від 19.07.2011, Наказом Державного агентства земельних ресурсів № 117 (з 0347-11) від 25.02.2011. – 13 с.

3. Каширкин Ю.Ю. Особенности подготовки межевого плана при постановке объекта недвижимости на кадастровый учёт /Ю.Ю. Каширкин, А.К. Зайцев // Геодезия и картография. – 2013. – № 8. – С. 52-54.