

УДК 528.34

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПОБУДОВИ ПЛАНОВИХ ЗНІМАЛЬНИХ МЕРЕЖ ПРИ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

М. Дутчин, Т. Грицюк, І. Біда, М. Ничвид

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Ключові слова:** кадастрові знімання, планові знімальні мережі, площа земельної ділянки, межові знаки.

### Постановка проблеми

У комплексі робіт зі створення системи Державного земельного кадастру важливе місце займають геодезичні та земельно-кадастрові роботи, які виконують з метою картографування населених пунктів, встановлення та закріплення їхніх меж, інвентаризації земельних ділянок, житлового і промислового фонду тощо.

Одним із основних матеріалів кадастрової інформації є точність матеріалів і документів кадастру, яка залежить, передусім, від точності та детальності кадастрових знімачів.

Для здійснення кадастрових знімачів створюється планова знімальна основа до густоти пунктів, які забезпечили б проведення знімальних робіт.

Математичною основою кадастрових знімачів, як відомо, є:

- державні геодезичні мережі;
- розрядні геодезичні мережі згущення;
- знімальні геодезичні мережі.

Знімальні геодезичні мережі створюють, як правило, прокладаючи теодолітні або полігонометричні ходи між пунктами з відомими координатами.

В окремих випадках координування кутів поворотів меж і межових знаків земельних ділянок може здійснюватись з пунктів, визначених методами кутових і лінійно-кутових засічок. В усіх цих випадках необхідний незалежний подвійний контроль визначення координат пунктів.

Відповідно до [8, 14] для забезпечення необхідної точності відображення прийнятої облікової одиниці площі гранична похибка точок знімального обґрунтування і межових знаків відносно найближчих пунктів Державної геодезичної мережі, геодезичних мереж згущення, міських геодезичних мереж не повинна перевищувати:

- у містах республіканського та обласного підпорядкування – 10 см;
- в інших містах та селищах – 20 см;
- у селах – 40 см.

Як відомо, похибка планового положення пунктів знімальної основи є складовою похибки положення межового знака земельної ділянки.

Отже, постає задача встановлення необхідної точності визначення планового положення пунктів знімального обґрунтування.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Питання необхідної та достатньої точності визначення площ земельних ділянок залежно від їхніх роз-

мірів, форми, масштабу планово-картографічного матеріалу, розташування у межах різних адміністративно-територіальних утворень, а також точності визначення планового положення межових знаків розглянуто у численних публікаціях у сучасних наукових виданнях.

У роботі [5] наведено результати досліджень точності визначення координат межових знаків земельних ділянок у містах республіканського і обласного підпорядкування (без урахування впливу щільності знімання контуру ділянки). Встановлено, що для земельних ділянок розміром  $P \leq 1000 \text{ м}^2$  величина середньої квадратичної похибки визначення координат межових знаків не повинна перевищувати 1–3 см. Вказують, що для земельних ділянок розміром понад  $1000 \text{ м}^2$  існують проблеми логічного узгодження з нормативними допусками на точність визначення площ.

Питань точності координування меж земельних ділянок під час інвентаризації земель стосується робота [6]. Точність координування меж земельної ділянки пропонують встановлювати залежно від необхідної точності визначення її площі.

Обґрунтування похибок взаємного положення суміжних точок межі земельної ділянки під час інвентаризації земель наведено в роботі [15].

У роботі [3] розглянуто питання точності визначення планового положення межових знаків з урахуванням середніх квадратичних похибок суміжних точок межі. Вказано, що точність визначення координат межових знаків, яка ґрунтується на точності масштабу планово-картографічних матеріалів, поки що не може слугувати надійним критерієм точності відображення кадастрових об'єктів.

Дослідження точності визначення площ земельних ділянок з урахуванням кількості контурних точок виконано в роботі [7]. Показано, що точність визначення площі земельної ділянки підвищується зі збільшенням щільності знімання контуру ділянки.

У роботі [11] зазначено, що типовою земельною ділянкою в умовах міської території слід вважати земельну ділянку з кількістю поворотних точок  $n = 4$  і площею  $P = 200 - 600 \text{ м}^2$ , на основі чого можна знайти величину необхідної точності положення межових знаків для ділянок прямокутної форми. Оптимальне середнє квадратичне відхилення положення поворотної точки межі ділянки щодо геодезичної основи можна вважати таким, що не перевищує 5 см.

У роботі [1] положення межових знаків земельної ділянки відносно пунктів знімальної основи запропоновано визначати з точністю 1,7 см. Встановлено вимоги до параметрів кадастрових знімачів методами кутових і лінійних засічок.

У роботі [2] показано, що для великих міст з високою вартістю землі положення меж наймасовіших земельних ділянок (площею до 2 га) доцільно визначати із середньою квадратичною похибкою 5 см відносно пунктів міської геодезичної мережі.

Питання точності планового положення пунктів знімальної обґрунтування та межових знаків під час інвентаризації земель населених пунктів розглянуто в роботі [4]. Встановлено, що під час проектування знімальної обґрунтування методами засічок (пряма кутова, лінійно-кутова, лінійна) найвищу точність забезпечує метод лінійно-кутової засічки.

#### Невирішені частини загальної проблеми

Не звернуто належної уваги на питання точності побудови планового обґрунтування для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок під час кадастрових знімів.

#### Постановка завдання

Дослідження точності планового положення пунктів знімальної основи та межових знаків залежно від необхідної точності визначення площ земельних ділянок, з урахуванням їх розмірів, форми та щільності розташування точок контуру ділянки.

#### Виклад основного матеріалу

Як уже вказувалось в постановці проблеми, відповідно до нормативних документів [8, 14] гранична похибка поворотних точок меж земельних ділянок і межових знаків відносно найближчих пунктів Державної геодезичної мережі у містах республіканського й обласного підпорядкування не повинна перевищувати 0,10 м.

Значення цієї похибки пов'язане з точністю масштабу 1:500, який прийнято базовим масштабом кадастрових знімів у населених пунктах.

Масштаб знімання є вихідним параметром як для точності планів, так і для точності визначення площ.

Для графічних (паперових) планів та карт точність геодезичних мереж розраховують на основі точності масштабу (0,1 мм), а граничні похибки приймають удвічі більшими (0,2 мм) у масштабі плану чи карти.

У зв'язку з появою електронних планів та карт термін "точність масштабу" практично втрачає сенс, оскільки у цьому випадку точність відображення кадастрових об'єктів залежить не від точності масштабу, а від точності знімання [12].

Як показують результати досліджень, навіть такий великий масштаб, як 1:500, нерідко не може забезпечити необхідної точності визначення планового положення межових знаків земельних ділянок, а отже, і відповідної точності визначення їх площ.

Відповідно до принципу рівного впливу похибок положення пунктів знімальної основи і похибок геодезичної прив'язки межового знака до пунктів знімальної основи запишемо [3]:

$$m_t = \sqrt{m_L^2 + m_K^2}, \quad (1)$$

де  $m_t$  – середня квадратична похибка планового положення межового знака відносно найближчих пунктів знімальної основи;  $m_L$  – середня квадратична похибка планового положення пункту знімальної основи;  $m_K$  – середня квадратична похибка геоде-

зичної прив'язки межового знака до пункту знімальної основи (похибка координування).

Із формули (1) маємо:

$$m_L = m_K = \frac{m_t}{\sqrt{2}}. \quad (2)$$

Середню квадратичну похибку  $m_p$  визначення площі земельної ділянки, близької до прямокутної форми, з кількістю поворотних (контурних) точок  $n_p = 4$  можна обчислити за формулою [13]:

$$m_p = m_t \sqrt{P} \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} k, \quad (3)$$

де  $P$  – площа земельної ділянки;  $k$  – коефіцієнт видовження ділянки.

Із формули (3) маємо:

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

Відповідно до чинних нормативних документів [10, 14] середня квадратична похибка  $m_p$  визначення площі земельної ділянки у містах республіканського й обласного підпорядкування не повинна перевищувати 1 м<sup>2</sup>, а відносна – 1/1000.

Якщо  $\frac{m_p}{P} = \frac{1}{1000}$ , у формулу (4) запишемо у вигляді:

$$m_t \leq \frac{\sqrt{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{\frac{1+k^2}{2}} k}. \quad (5)$$

Аналогічно (з урахуванням цієї умови) формула (2) набуває вигляду [4]:

$$m_L \leq \frac{\sqrt{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \left( \frac{1+k^2}{2} k \right)}}. \quad (6)$$

Як випливає із [9], найвищу вартість у містах мають земельні ділянки розміром  $P = 500 - 1000$  м<sup>2</sup>, які відповідають нормативним параметрам для розміщення багатьох видів комерційної та підприємницької діяльності.

Для цього розрахуємо середні квадратичні похибки  $m_L$  планового положення пунктів знімальної обґрунтування для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок розміром 500–1000 м<sup>2</sup>.

Результати розрахунків  $m_L$  наведено в таблиці.

#### Середні квадратичні похибки планового положення пунктів знімальної основи

$P, \text{ м}^2$	$m_L, \text{ м}$				
	$k=1$	$k=2$	$k=3$	$k=4$	$k=5$
500	0,016	0,014	0,012	0,011	0,010
600	0,017	0,015	0,013	0,012	0,011
700	0,019	0,017	0,014	0,013	0,012
800	0,020	0,018	0,015	0,014	0,012
900	0,021	0,019	0,016	0,014	0,013
1000	0,022	0,020	0,017	0,015	0,014

З урахуванням щільності знімання контуру ділянки (якщо  $n_p > 4$ ) формули (5) і (6) запишемо відповідно у вигляді [7]:

$$m_t \leq \frac{\sqrt{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{\frac{1+k^2}{2}} k k_n} \quad (7)$$

і

$$m_L \leq \frac{\sqrt{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \left( \frac{1+k^2}{2} k \right) k_n}} \quad (8)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт, який враховує кількість контурних точок земельної ділянки, які підлягають зніманню ( $k_n = 1,1388 - 0,04435n_p$ ).

Оскільки для прямокутної ділянки

$$\sqrt{P} \cdot \sqrt{\frac{1+k^2}{2}} k = \frac{\sqrt{l^2 + b^2}}{\sqrt{2}},$$

формули (7) і (8) запишемо в такому вигляді:

$$m_t \leq \frac{\sqrt{P} \cdot 10^{-3} \sqrt{2}}{\sqrt{l^2 + b^2} k_n} \quad (9)$$

$$m_L \leq \frac{\sqrt{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{l^2 + b^2} k_n} \quad (10)$$

де  $l, b$  – розміри (довжина і ширина) земельної ділянки.

Так, наприклад, якщо  $P = 1000 \text{ м}^2$ ,  $l = 50 \text{ м}$ ,  $b = 20 \text{ м}$  і  $n_p = 5$  за формулами (9) і (10) відповідно отримаємо:  $m_t = 0,029 \text{ м}$ ,  $m_L = 0,020 \text{ м}$ .

При цьому допустиму довжину ходу  $L_{\text{дон}}$  знімальної основи і кількість сторін  $n$  можна визначити, використовуючи відомі формули

$$\frac{2m_L}{L} = \frac{1}{N} \quad (11)$$

$$L_{\text{дон}} = \frac{m_L \sqrt{nN}}{\sqrt{2}} \quad (12)$$

де  $N$  – знаменник граничної відносної похибки ходу.

Із формул (11) і (12) маємо:

$$L_{\text{дон}} = 2m_L N, \quad (13)$$

$$n = \frac{2L_{\text{дон}}^2}{m_L^2 N^2}. \quad (14)$$

Для наведеного вище прикладу, якщо,  $m_L = 0,020 \text{ м}$  і  $N = 10000$ , за формулами (13) і (14) відповідно отримаємо:  $L_{\text{дон}} = 400 \text{ м}$ ,  $n = 8$ .

### Висновки

Точність планового положення пунктів знімальної основи для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок ( $m_p \leq 1 \text{ м}^2$ ,  $\frac{m_p}{P} = \frac{1}{1000}$ ) розміром  $P = 500 - 1000 \text{ м}^2$  у містах республіканського й обласного підпорядкування не повинна перевищувати 1–2 см.

Наведені формули для оцінки точності планового положення пунктів знімальної основи і межових знаків можна застосувати під час координування меж земельних ділянок розміром  $P \leq 1000 \text{ м}^2$ , як найпоширеніших у ринкових операціях із землею, а також – несущільній інвентаризації земель населених пунктів.

### Література

1. Брынь М. Я. О параметрах кадастровой съемки городских объектов недвижимости / М. Брынь, П. Веселкин, В. Калгунов // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць. – 2011. – Вип. I (21). – С. 271–272.
2. Брынь М. Я. О точности определения планового положения межевых знаков участков урбанизированных земель / М. Брынь // Геодезія, картографія і аерофотознімання: зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 69. – С. 164–167.
3. Дослідження точності відображення кадастрових об'єктів / М. Дутчин, Є. Льків, І. Сиротинська [та ін.] // Нові технології в геодезії, землекористуванні та природокористуванні: Матер. VI міжнар. наук.-практ. конф. (м. Ужгород, 24–27 жовтня 2012 р.). – С. 65–67.
4. Дослідження точності побудови планових знімальних мереж при інвентаризації земель населених пунктів / М. Дутчин, Т. Грицок, Є. Льків, [та ін.] // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування. – Вип. 3 – 2014. – С. 48–53.
5. Дутчин М. До питання точності визначення координат межових знаків земельних ділянок при кадастрових зніманнях / М. Дутчин, О. Гера, І. Сиротинська // Геодезія, картографія і аерофотознімання: зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 77. – С. 85–88.
6. Дутчин М. До питання точності координування меж земельних ділянок при інвентаризації земель / М. Дутчин, О. Гера // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища GNSS і GIS-технології. – Алушта (Крим). – 2013. – С. 90–92.
7. Дутчин М. Дослідження точності визначення меж земельних ділянок з урахуванням кількості контурних точок та їх розташування / М. Дутчин, І. Біда, Г. Мельниченко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць. – 2009. – Вип. I (17). – С. 301–308.
8. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та закріплення їх межовими знаками / Затв. наказом Держкомзему України № 376 від 18 травня 2010 р.
9. Кадастр населених пунктів: підручник / М. Г. Ступень, Р. Й. Гулько, О. Я. Микула, Н. Р. Шпик. – Львів: Новий світ – 2000, 2004. – 392 с.
10. Керівний технічний матеріал з інвентаризації земель населених пунктів (наземні методи) / ГКНТА. – К.: ГУГКіК, 1993.
11. Маркузе М. Ю. Оценка точности определения площадей земельных участков застроенных территорий: автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.24.04 “Кадастр и мониторинг земель” / М. Ю. Маркузе. – М., 2000. – 85 с.

12. Островський А. Проблема підвищення точності математичної основи електронних карт та планів / Островський А., Мороз О. // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища GPS і GIS-технології. – Алушта (Крим). – 2007. – С. 1–5.
13. Перович Л. М. Основи кадастру (частина I): навч. посіб. / Л. М. Перович, Б. І. Волосецький. – Коломия, 2000. – 130 с.
14. Положення по земельно-кадастровій інвентаризації земель населених пунктів. – К.: Держкомзем, 1997. – 12 с.
15. Рябчій В. Визначення середньої квадратичної похибки взаємного положення кутів поворотів межі земельної ділянки / В. Рябчій, В. Рябчій // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць. – 2012. – Вип. II (24). – С. 137–141.

**Дослідження точності побудови планових знімальних мереж при інвентаризації земель населених пунктів**  
М. Дутчин, Т. Грицюк, І. Біда, М. Ничвид

Розглянуто питання точності визначення планового положення пунктів знімальної основи і межових

знаків для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок у містах республіканського й обласного підпорядкування.

**Исследование точности построения плановых сетей при кадастровых съемках**

М. Дутчин, Т. Грицюк, І. Біда, М. Ничвид

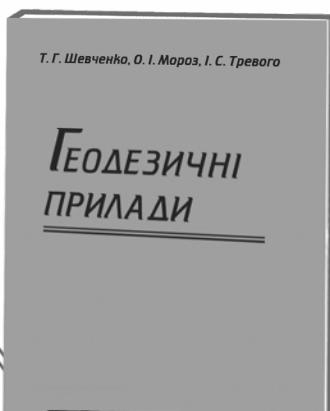
Рассмотрены вопросы точности определения планового положения пунктов съёмочной сети и межевых знаков для обеспечения необходимой точности определения площадей земельных участков в городах республиканского и областного подчинения.

**Research of exactness of construction of horizontal survey network for land inventory of settlements**

М. Dutchyn, Т. Grytsyuk, І. Bida, М. Nychvyd

The questions of exactness of determination of the horizontal position of survey's basis points and boundary marks for providing of necessary exactness of definition of land plot area in the cities of republican and region.

## На «ти» з геодезичними приладами



**І. С. Тревого, Т. Г. Шевченко, О. І. Мороз.**  
**Підручник.**

Друге видання, перероблене та доповнене.  
Видавництво Львівської політехніки, 2009. 484 с.  
ISBN 978-966-553-761-8

- відлікові пристрої геодезичних приладів
- прилади для вимірювання віддалей і визначення положення точок
- тахеометри і кіпрегелі
- наземні лазерні сканери

**І. С. Тревого, Т. Г. Шевченко, О. І. Мороз.**  
**Практикум.**

Третє видання, перероблене та доповнене.  
Видавництво Львівської політехніки, 2012. 240 с.  
ISBN 978-617-607-220-1

- відомості з геометричної оптики та оптичних систем приладів
- будова сучасних точних оптичних теодолітів
- приклади роботи електронними тахеометрами
- дослідження сучасних кутомірних оптичних і електронних приладів

Кожний із підрозділів є окремою лабораторною роботою з програми курсу «Геодезичні прилади».

