

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

М. П. Дутчин<sup>1</sup>, Т. Ю. Грицюк<sup>1</sup>, І. В. Біда<sup>1</sup>, М. Р. Ничвид<sup>2</sup><sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу<sup>2</sup>Ужгородський національний університет

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

**Постановка проблеми**

В комплексі робіт по створенню системи Державного земельного кадастру важливе місце займають геодезичні і земельно-кадастрові роботи, які виконуються з метою картографування населених пунктів, встановлення та закріплення їх меж, інвентаризації земельних ділянок, житлового і промислового фонду та ін.

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

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

Математичною основою кадастрових знімань, як відомо, є:

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

Знімальні геодезичні мережі створюють, як правило, шляхом прокладання теодолітних або полігонометричних ходів 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 повинен бути незалежний подвійний контроль визначення координат пунктів.

У відповідності з [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 частиною похибки положення межового знаку земельної ділянки.

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

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

Питанням необхідної і достатньої точності визначення площ земельних ділянок в залежності від їх розмірів, форми, масштабу планово-картографічного матеріалу, розташування в межах різних адміністративно-територіальних утворень, а також точності визначення планового положення межових знаків присвячена значна кількість публікацій в сучасних наукових виданнях.

В роботі [5] наведені результати досліджень точності визначення координат межових знаків земельних ділянок у містах республіканського і обласного підпорядкування (без врахування 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. Вказується, що для земельних ділянок розміром понад  $1000 \text{ м}^2$  існують проблеми логічного узгодження з нормативними допусками на точність визначення площ.

Питанням точності координування меж земельних ділянок при інвентаризації земель присвячена робота [6]. Точність координування меж земельної ділянки пропонується встановлювати в залежності від необхідної точності визначення її площі.

Обґрунтування похибок взаємного положення суміжних точок межі земельної ділянки при інвентаризації земель приведено в роботі [15].

В роботі [3] розглянуті питання точності визначення планового положення межових знаків з врахуванням середніх квадратичних похибок суміжних точок межі. Вказується, що точність визначення координат межових знаків, яка ґрунтується на точності масштабу планово-картографічних матеріалів, в даний час не може слугувати надійним критерієм точності відображення кадастрових об'єктів.

Дослідженням точності визначення площ земельних ділянок з врахуванням кількості контурних точок присвячена робота [7]. Показано, що точність визначення площі земельної ділянки підвищується із збільшенням щільності знімання контуру ділянки.

В 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.

В роботі [1] положення межових знаків земельної ділянки відносно пунктів знімальної основи пропонується визначати з точністю 1,7 см. Встановлені вимоги до параметрів кадастрових зніманих методами кутових і лінійних засічок.

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

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

#### Невирішені частина загальної проблеми

Не приділено належної уваги питанням точності побудови планового обґрунтування для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок при кадастрових зніманнях.

#### Постановка завдання

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

#### Виклад основного матеріалу

Як уже вказувалось в постановці проблеми, у відповідності з нормативними документами [8,14] гранична похибка поворотних точок меж земельних ділянок і межових знаків відносно найближчих пунктів державної геодезичної мережі у містах республіканського і обласного підпорядкування не повинна перевищувати 0,10 м.

Величина даної похибки пов'язана з точністю масштабу 1:500, який прийнятий базовим масштабом кадастрових зніманих в 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, виходячи з точності масштабу (0,1 мм), а граничні

похибки приймаються у два рази більшими (0,2 мм) у масштабі плану чи карти.

У зв'язку з появою електронних планів та карт термін «точність масштабу» практично втрачає свою сутність, так як в даному випадку точність відображення кадастрових об'єктів залежить не від точності масштабу, а від точності знімання [12].

Як показують результати досліджень, навіть такой крупний масштаб як 1:500 в багатьох випадках не може забезпечити необхідну точність визначення планового положення межових знаків земельних ділянок, а отже, і відповідну точність визначення їх площ.

У відповідності до принципу рівного впливу похибок положення пунктів знімальної основи і похибок геодезичної прив'язки межового знаку 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 знаку відносно найближчих пунктів знімальної основи;

$m_L$  – середня квадратична похибка планового положення пункту знімальної основи;

$m_k$  – середня квадратична похибка геодезичної прив'язки межового знаку 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]:

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

де  $P$  – площа земельної ділянки;

$k$  – коефіцієнт видовження ділянки.

Із формули (3) маємо:

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

У відповідності із чинними нормативними документами [10,14] середня квадратична похибка  $m_P$  визначення площі земельної ділянки у містах республіканського і обласного підпорядкування не повинна перевищувати  $1 \text{ м}^2$ , а відносна – 1/1000.

При  $\frac{m_P}{P} = \frac{1}{1000}$  у формулу (4) запишемо у вигляді:

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

Аналогічно (з врахуванням даної умови) формула (2) набуває вигляду [4]:

$$m_L \leq \frac{\sqrt[3]{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2} [(1+k^2)/2k]} \quad (6)$$

Як слідує із [9], найвищу вартість у містах мають земельні ділянки розміром  $P = 500 - 1000 \text{ м}^2$ , 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  $500 - 1000 \text{ м}^2$ .

Результати розрахунків  $m_L$  наведені 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 врахуванням щільності знімання контуру ділянки (при  $n_P > 4$ ) формули (5) і (6) запишемо відповідно у вигляді [7]:

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

і

$$m_L \leq \frac{\sqrt[3]{P} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2} [(1+k^2)/2k] k_n}, \quad (8)$$

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

Так як для прямокутної ділянки

$$\sqrt[3]{P} \sqrt{1+k^2} / 2 k = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{\sqrt{2}},$$

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

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

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

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

Так, наприклад, при  $P = 1000 \text{ м}^2$ ,  $l = 50 \text{ м}$ ,  $b = 20 \text{ м}$  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

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

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

де  $N$  – знаменник граничної відносної похибки ходу.

Із формул (11) і (12) маємо:

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

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

Для наведеного вище прикладу при  $m_L = 0,020 \text{ м}$  і  $N = 10\,000$  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

( $m_P \leq 1 \text{ м}^2$ ,  $\frac{m_P}{P} = 1/1000$ ) розміром

$P = 500 - 1000 \text{ м}^2$  у містах республіканського і обласного підпорядкування не повинна перевищувати 1-2 см.

Наведені формули для оцінки точності планового положення пунктів знімальної основи і межових знаків можуть знайти застосування при координуванні меж земельних ділянок розміром  $P \leq 1000 \text{ м}^2$ , як найбільш поширених при ринкових операціях із землею, а також – несучільній інвентаризації земель населених пунктів.

**Література**

1. Брынъ М. Я. О параметрах кадастровой съёмки городских объектов недвижимости / М. Брынъ, П. Веселкин, В. Калгунов // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – 2011. – Вип. I (21). – с. 271-272.
2. Брынъ М. Я. О точности определения планового положения межевых знаков участков урбанизированных земель / М. Брынъ // Геодезія, картографія і аерофотознімання: Зб. наук. праць. – 2007. – Вип. 69. – с. 164-167.
3. Дослідження точності відображення кадастрових об'єктів / М. Дутчин, Є. Ільків, 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. Грицюк, Є. Ільків, [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 врахуванням 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 природі (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): навчальний посібник / Л. М. Перович, Б. І. Волосяцький. – 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. П. Дутчин<sup>1</sup>, Т. Ю. Грицюк<sup>1</sup>, І. В. Біда<sup>1</sup>,  
М. П. Ничвид<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<sup>2</sup> Ужгородський національний університет

Розглянуті питання точності визначення планового положення пунктів знімальної основи і межових знаків для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок у містах республіканського і обласного підпорядкування.

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

**М. П. Дутчин<sup>1</sup>, Т. Ю. Грицюк<sup>1</sup>, І. В. Біда<sup>1</sup>,  
М. П. Ничвид<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Івано-Франковський національний технічний університет нафти і газу

<sup>2</sup> Ужгородський національний університет

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

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

**M.Dutchyn<sup>1</sup>, T. Grytsyuk<sup>1</sup>, I.Bida<sup>1</sup>, M.Nychvyd<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas

<sup>2</sup>Uzhgorod national university

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 regional submission were considered.