

ДО ПИТАННЯ ПРО ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КАДАСТРОВИХ РОБІТ

© Тартачинський Р.М., Максименко Г.А., 2002

Рассмотрены вопросы оценки точности определения площадей на топографических планах различных масштабов и за результатами непосредственных измерений на местности. Показано, что требования современных нормативных документов к точности определения координат межевых знаков не могут удовлетворить требования к точности определения площадей. В статье даны соответствующие рекомендации.

The questions of the accuracy estimation of the areas determination on the topographic plans of different scales and using the results of direct measuring on the locality was considered. It is shown, that the requirements of the contemporary normative documents to coordinates determination accuracy of the boundary signs can not satisfy requirements to accuracy of the areas determination. In the paper are given the corresponding recommendations.

Кадастр, як реєстр чи облік ресурсів країни, є складною структурою як за обсягом, так і за видами робіт. Для проведення кадастрових робіт залучаються фахівці різних напрямків, використовуються різні вихідні матеріали, починаючи з архівних і закінчуючи польовими і лабораторними дослідженнями.

Основою багатьох видів кадастру є картографо-геодезична основа – топографічні карти, плани, результати польових вимірювань. Складність питання полягає в тому, що ставлення споживачів до картографічного матеріалу неоднозначне. Суть цього полягає в різній вартості робіт для створення плану того чи іншого масштабу і в недооцінці точності планів різних масштабів. Найточніші плани потрібні для кадастрових робіт у містах, великих населених пунктах тощо. Найменших вимог до точності планів потребують роботи при кадастрових роботах природних ресурсів, бонітуванні землі тощо.

Сьогодні для кадастрових робіт в Україні використовується практично весь ряд масштабів від 1:500 до 1:50000. Такий великий ряд масштабів не дозволяє створити єдиного плану ні регіону ні країни, а значить і системи, якою є кадастр.

Приватизація землі, роздержавлення, інвентаризація, купівля-продаж, оподаткування тощо вимагають нового підходу до геодезичного забезпечення кадастрових робіт, вимагають точного визначення меж і площ землевласників.

Методику проведення геодезичних кадастрових робіт в колишньому СРСР не можна сьогодні повністю використати. Вона потребує суттєвих змін. Виконували раніше роботи хоча і базувались на державні основи, але в основу їх були покладені вимоги інструкції для топографічного знімання в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500 [1]. Для держави – єдиного власника землі – це, по суті, не відіграло ніякого значення. Передача землі в приватну власність та інші операції із земельними ділянками вимагають іншого підходу.

Визначені короткі терміни приватизації та роздержавлення породжують ще і інші негативні явища, серед яких: децентралізація робіт, залучення до виконання робіт різнопрофільних організацій, вибіркоче проведення геодезичних робіт на даній території тощо.

В основу кадастрового знімання на Україні покладені вимоги інструкції [2]. Ця інструкція передбачає знімання контурів і предметів місцевості з точністю, яка б не впливала на точність зображення цих об'єктів на планах відповідних масштабів. Інакше кажучи, на топографічному плані можна визначити розміри об'єктів не точніше ніж точність масштабу цього плану.

Кадастрове знімання передбачає визначення розмірів об'єктів з наперед заданою точністю. Наприклад, площі земельних ділянок в містах, згідно з діючими нормами [3], повинні визначатись з точністю 1/1000.

Відносна помилка визначення площ ніяк не пов'язана з масштабом плану. Вона залежить лише від точності визначення координат межових знаків і розмірів земельних ділянок.

Враховуючи це, слід окремо розглядати масштаб зображення тих чи інших кадастрових об'єктів і точність геодезичної основи, з якої ці об'єкти будуть знімати. На наш погляд, ці мережі не можна зараховувати до категорії знімальних мереж. За своїм призначенням їх скоріше можна віднести до розмічувальних мереж, в яких наперед задані вимоги до точності визначення координат межових знаків або до точності винесення в натуру (виділення земельних паїв) окремих земельних ділянок. У зв'язку з цим, розраховувати точність геодезичної основи потрібно не за принципом переходу від більш точних побудов до менш точних, а навпаки – розрахунок точності вихідної основи для забезпечення заданої точності визначення координат межових знаків.

На підставі цього можна прийняти, що

$$M^2 = m_{\text{вих}}^2 + m_{\text{зн}}^2 + m_{\text{вим}}^2 + m_{\text{ф}}^2, \quad (1)$$

де M – середня квадратична помилка межового знака, яка задається технічними умовами; $m_{\text{вих}}$ – середня квадратична помилка вихідної основи (полігонометрія, триангуляція тощо); $m_{\text{зн}}$ – середня квадратична помилка знімальної основи (теодолітні ходи); $m_{\text{вим}}$ – середня квадратична помилка безпосереднього знімання, яка залежить від способу визначення координат межового знака та наявних геодезичних приладів; $m_{\text{ф}}$ – середня квадратична помилка фіксації межової точки.

Для попередніх розрахунків можна скористатись принципом однакового впливу різних джерел помилок на загальну помилку, тобто

$$m_{\text{вих}} = m_{\text{зн}} = m_{\text{вим}} = m_{\text{ф}}$$

Тоді

$$M^2 = 4m_{\text{вих}}^2 = 4m_{\text{зн}}^2 = 4m_{\text{вим}}^2 = 4m_{\text{ф}}^2,$$

звідки

$$m_{\text{вих}} = 0,5M. \quad (2)$$

Розглянемо можливе значення точності площі даної ділянки на планах різних масштабів. Для розрахунку приймемо згідно з [4], що координати точок на планах визначаються з помилкою $m_k = 0,08$ мм в масштабі плану.

Нижче в таблиці наведена точність визначення графічних координат на планах різних масштабів, середні квадратичні абсолютні та відносні помилки площі в 1000 м^2 .

Точність визначення графічних координат на планах різних масштабів

Масштаб	$m_k, \text{ м}$	$m_p, \text{ м}^2$	m_p/p
1:500	0,04	2,1	1:480
1:1000	0,08	4,3	1:230
1:2000	0,16	8,6	1:120
1:5000	0,40	21,6	1:46

Наведені розрахунки показують, що за координатами, визначеними графічно на плані, неможливо з належною точністю визначити площу такої ділянки. При цьому за допомогою планіметра на планах масштабів 1:1000, 1:2000, 1:5000 таку площу можна визначити точніше.

Легко показати, що лише при площах понад $0,2$ га, тобто 2000 м^2 , можна на планах масштабів 1:500 досягнути вимог $m_p/p = 1/1000$, визначених діючими нормами [3].

З наведених розрахунків випливає, що графічно визначеними площами можна користуватись лише для різних проектних, бонітетних та інших робіт.

Якщо координати межових знаків визначаються безпосередньо з геодезичних вимірювань на місцевості, то положення кожної точки без врахування помилки вихідної основи можна визначити за формулою

$$m_o = \sqrt{m_l^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} l\right)^2}, \quad (8)$$

де m_l – помилка вимірювання лінії; m_β – помилка вимірювання горизонтального кута; l – віддал від теодоліта до межового стовпа.

Приймемо для розрахунку традиційні методи геодезичних польових вимірювань: технічний теодоліт Т30 і вимірну стрічку (рулетку).

При $l = 100$ м, $m_\beta = 30''$ і $\frac{m_l}{l} = \frac{1}{2000}$ отримаємо

$$m_o = \sqrt{\left(\frac{1 \cdot 100}{2000}\right)^2 + \left(\frac{30 \cdot 100}{2 \cdot 10^5}\right)^2} = 0,05 \text{ м.}$$

Абсолютну помилку в даній площі можна очікувати

$$m_p = \frac{0,05}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2900} = 1,9 \text{ м}^2.$$

При цьому відносна помилка буде

$$\frac{m_p}{p} = \frac{1,9}{1000} = \frac{1}{530}.$$

Наведені розрахунки показують, що і традиційні методи геодезичних польових вимірювань не забезпечують точність визначення площ згідно з [3].

Сьогодні в геодезичній практиці щораз більше і більше використовують теодоліти Т5 і світловіддалеміри СТ-5.

При $l = 100$ м, $m_\beta = 5''$, $m_l = 10$ мм матимемо

$$m_o = \sqrt{(0,01)^2 + \left(\frac{5 \cdot 100}{2 \cdot 10^5}\right)^2} = 0,01 \text{ м.}$$

При цьому абсолютна та відносна помилки в площі будуть

$$m_p = 0,38 \text{ м}^2,$$

а

$$\frac{m_p}{p} = \frac{0,38}{1000} = \frac{1}{2630}.$$

З розрахунків видно, що лише при використанні сучасних засобів геодезичних польових вимірювань можна отримати достатньо високу точність визначення площ. Гранична відносна помилка при цьому буде відповідати вимогам [3].

Наведені розрахунки також показують, що основним джерелом помилок є помилки лінійних вимірювань. Підвищення точності лінійних вимірювань можна досягти лише шляхом застосування в геодезичній практиці сучасних електронних приладів. Що стосується куткових вимірювань, то вони ні при точності $30''$, ні при точності $5''$ суттєво не впливають на загальну помилку в положенні межового знака.

Найвищої точності в положенні межового знака можна досягнути, якщо буде виконуватись співвідношення

$$\frac{m_\beta}{\rho} + \frac{m_s}{S} = 1. \quad (9)$$

Згідно з [5] при $\left(\frac{m_\beta}{\rho} + \frac{m_s}{S}\right) \left\langle \frac{1}{3} \right.$ лінійні вимірювання практично не впливають на точність визначення елементів мережі. При $\left(\frac{m_\beta}{\rho} + \frac{m_s}{S}\right) \left\langle 3 \right.$ – куткові вимірювання практично не впливають на точність елементів мережі.

При дотриманні співвідношення в межах $\left(\frac{1}{3} \div 3\right)$ точність елемента мережі визначатиметься за формулою

$$m_{л-к}^2 = \frac{m_{л}^2 \cdot m_{к}^2}{m_{л}^2 + m_{к}^2}. \quad (10)$$

Передбачені вимоги в [3] до точності визначення площ ділянок 1 м^2 і відносною помилкою $1/1000$ можливі лише, як показано розрахунками вище, на невеликих ділянках за умови отримання точних польових вимірювань.

Як видно з наведених обчислень абсолютна помилка в площі є змінною величиною. При цьому залежно від величини площі, відносна помилка може бути стандартною. Домогтись цього можна з наступних міркувань. В Державних кадастрових книгах і державних актах на право власності площі записуються із заокругленням до $0,01$ га. Для забезпечення такої точності гранична помилка не повинна перевищувати $0,005$ га. Середня

квадратична помилка буде $m_p = \Delta_{гр} 3 \approx 0,0013$ га, що відповідає $\approx 0,1$ % від загальної площі. Для вищенаведеного прикладу m_p повинна становити не більше 1 м^2 . Тоді відносна помилка, як і вимагає [3], буде $1/1000$.

Такий підхід до оцінки точності площ робить їх рівноточними незалежно від розміру, а це дає змогу їх підсумовувати для загального кадастрового об'єкта. З іншого боку це дає змогу наперед розраховувати точність геодезичної основи.

1. *Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.* – М.: Недра, 1985.
2. *Инструкция з топографічної зйомки в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.* – К.: ГУГК, 1998.
3. *Керівний технічний матеріал з інвентаризації земель населених пунктів – (наземні методи).* ГКНТА – 3.01.05 – 93. – К.: ГУГК, 1993.
4. *Маслов А.В., Юнусов А.Г., Горохов Г.Н. Геодезические работы при землеустройстве.* – М.: Недра, 1976.
5. *Тартачинський Р.М. Основи інженерної геодезії.* – Львів, 1999.