

ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ МЕЖ ТА ПЛОЩ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ

© Петров С.Л., Церклевич А.Л., 2011

Приведены результаты исследований оценки точности определения площади земельных участков разными способами.

The results of studies to assess the accuracy of determining the area of land in different ways.

Постановка проблеми. Починаючи з початку 90-х років, в Україні здійснюється земельна реформа, яка передбачає перерозподіл землі державної і комунальної власності та зміну форм господарювання. При переході до ринкових земельних відносин нормативно-правове і технічне забезпечення відіграє ключову роль для визначення земельної ділянки з усіма її атрибутами. Прийняття законів про “Ринок землі” та “Земельний кадастр” законодавчо врегулює питання купівлі продажу землі. Проте ще не набули кваліфікованого розгляду нормативні питання координування та встановлення меж і точності визначення земельної ділянки. Значення площі земельної ділянки в державному акті на право власності встановлюється з точністю до 1 м^2 , це значення вноситься в електронну базу даних при перевірці обмінного файлу і приймається як фіксована незмінна характеристика ділянки при переході власності на неї до іншої особи. Проте ця величина площі ділянки не завжди відповідає фактичному розміру площі на місцевості. Тому питання точності (гранична похибка і середня квадратична похибка (СКП) визначення площі) та встановлення меж земельної ділянки повинно зайняти належне місце в інструктивних вимогах.

Зв’язок із важливими науковими і практичними завданнями. Питання точності, з якою необхідно визначати планове положення поворотних точок ділянок, набуває важливого значення для території, які мають високу вартість землі і відповідно великі розміри платежів за землю.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, присвячених розв’язанню проблеми. Питання точності визначення площ земельних ділянок і координат межових знаків розглянуто у значній кількості праць у періодичних наукових виданнях. У роботах [6–8] пропонується технологія проведення геодезичних вимірів в умовах несучільної інвентаризації земель населених пунктів, яка полягає у подвійному визначенні координат кутів повороту меж. Наведено граничні і середні квадратичні похибки визначення площ для різних за розмірами ділянок, які мають форму квадрата і прямокутника з різною видовженістю. Встановлені граничні похибки у значеннях площі ділянки за результатами її подвійного обчислення залежно від адміністративно-територіального поділу, з врахуванням розміру, форми, точності і щільності знімання контура. Наведено допуски на визначення площ земельних ділянок на кадастрових картах залежно від їх масштабу.

У [2] розглянуті питання оцінки точності визначення площ земельних ділянок квадратної і прямокутної форми. Вказується, що при проведенні кадастрових знімань точність визначення площ залежить також від масштабу знімання, який визначає точність геодезичних вимірювань. Наведено результати дослідження точності визначення площ залежно від масштабу знімання для найтисповіших розмірів земельних ділянок.

Вплив економічних чинників на точність геодезичних вимірювань при кадастрових зніманнях розглянуто в [1]. Встановлено вартісні значення похибок визначення площ за методикою грошової оцінки земель населених пунктів. Враховуючи розрахункову вартість похибки в значенні площ

земельних ділянок, регламентованої нормативними документами, визначено необхідну точність положення межових знаків.

Питання точності геодезичної основи для створення кадастрових планів і надійного визначення площ землеволодінь розглянуті у [4]. Розрахунками доведено, що така основа за точністю повинна відповідати полігонометрії 1 та 2 розрядів. Вимоги до точності визначення площ земельних ділянок пов'язують переважно з розміром і формою ділянки, точністю визначення координат межових знаків, адміністративно-територіальним поділом, економічними чинниками, масштабом планово-картографічних матеріалів, цільовим призначенням. Встановлені допуски на точність визначення площ стосуються в основному ділянок квадратної і прямокутної форми різної видовженості з 4-ма точками повороту.

Невирішені частини загальної проблеми. В перспективі переходу до єдиного земельного майнового податку питання визначення точності положення межових знаків і площ, як їх функцій, набуває великого значення, оскільки власники будуть зацікавлені в можливо точніших розмірах ділянок, що їм належать, тобто, щоб площа ділянки визначалась з найменшою похибкою. Тому важливого значення набувають питання обґрунтування необхідної точності визначення меж та площ земельних ділянок при виконанні кадастрового знімання. Площа земельної ділянки, відомості про її власника, вартість нерухомості, просторове розміщення ділянки становлять тематичну базу земельного кадастру. Ці параметри пов'язані між собою і залежать від технічних, екологічних та соціально-психологічних чинників. Останні породжуються інтересами власника, який може вимагати, щоб межі земельної ділянки були зафіксовані з максимальною точністю.

Постановка завдання. Прагнучи до визначення координат межових знаків з максимально високою точністю, необхідно враховувати і витрати на проведення кадастрової зйомки, стан геодезичних мереж, рівень розвитку геодезичних приладів та інші чинники. Тому нами вирішено визначити реальні граничні та СКП обчислення площі земельної ділянки та показати деякі неузгодженості в нормативних інструкціях щодо інвентаризації земель населених пунктів.

Виклад основного матеріалу. Згідно з [4], для забезпечення необхідної точності відображення прийнятої облікової одиниці площі похибка (гранична) точок зйомочної основи і межових знаків відносно найближчих пунктів державної геодезичної мережі не повинна перевищувати:

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

Похибка взаємного положення суміжних точок межі не повинна перевищувати 0,1мм у масштабі плану, тобто:

- у містах республіканського та обласного підпорядкування – 1:500;
- у містах районного підпорядкування і селищах – 1:1000, а у селах 1:2000.

Наведені вимоги щодо точності визначення координат зйомочної основи та межових знаків і точок поворотів меж земельних ділянок загалом аналогічні тим вимогам, які прийняті для створення мереж зйомочної основи та координування контурних точок при топографічних зйомках у масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000.

Використання традиційних методів геодезичних вимірювань та результатів їх опрацювання при виконанні несущільної інвентаризації земель населених пунктів не дадуть змоги відповісти на запитання щодо точності визначення координат знімальної основи межових знаків та точок поворотів меж. Крім того, наведені вимоги приводять до визначення площ ділянок далеко не з точністю 0,0001 га, як записується в державному акті.

Так, в сільській місцевості точки поворотів меж ділянок можуть закріплюватись дерев'яними, бетонними чи металевими стовпами, а самі межі проходити вздовж парканів, живоплоту, контурів місцевості. Ці зовнішні атрибути межі фіксують її в природі з похибкою 0,2 – 0,5м. Отже, межі власників земельних ділянок у сільських населених пунктах як контурні об'єкти місцевості не стабільні в часі та не чіткі в просторовому положенні і відповідно до цього точки поворотів меж необхідно визначати в природі з точністю 0,2м відносно зйомочної планової основи. Таку точність

можна забезпечити, використовуючи стереотопографічний метод або наземну зйомку тахеометром з точок зйомочної основи, створеної теодолітними ходами точністю 1/1000 або 1/2000. Отже, допускаючи граничну похибку 0,2 м у визначенні взаємного положення координат точок поворотів меж присадибної ділянки площею 0,1 га, отримаємо похибку у визначенні площі Р до 1 %.

На території міст вимоги до точності вимірювання площ земельних ділянок насамперед повинні регламентуватись економічними факторами. Згідно з нормативно-технічними документами [3,4] допустима відносна похибка визначення площі не повинна перевищувати величини 1:1000 (що становить похибку в 0,1 % від ціни земельної ділянки), а похибка планового положення точок знімального обґрунтування і межових знаків – 0,10 м. В цих нормативних вимогах до точності визначення площі і координат точок поворотів меж ділянки існує неузгодженість, тому що на оцінку точності визначення площі ділянки крім точності визначення координат контурних точок впливає ще її форма, кількість точок на контурі межі і кореляційні залежності між похибками визначення координат точок [10], а відносна похибка визначення площі ділянки через те, що ця характеристика точності головним чином залежить від величини площі, не може бути показником точності координування меж.

З метою визначення граничних та СКП обчислення площі земельної ділянки нами було виконано моделювання розмірів земельних ділянок, які мали форму квадрата та прямокутника з різною подовженістю $v = a/b$ в інтервалі від 0,1 га до 10 га. Для визначення СКП площ ділянок координати точок поворотів меж змінювались під час їх моделювання датчиком випадкових чисел у межах 5, 10, 20 см. Використовуючи кожне з цих значень, виконано 50 реалізацій обчислення площі ділянки. Визначали площі за формулою:

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

Середню квадратичну похибку площ земельних ділянок обчислювали за формулою

$$m_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{50} (P_i - P_{cp})^2}{n}}. \quad (2)$$

Граничну похибку площ земельних ділянок обчислювали за формулою

$$m_{Pcp} = \sqrt{1/4 \sum_{i=1}^n \{ (X_{i+1} - X_{i-1})^2 \cdot m_y^2 + (Y_{i+1} - Y_{i-1})^2 \cdot m_x^2 \}}, \quad (3)$$

де m_x, m_y – СКП координат точок поворотів меж ділянок, які відповідно рівними 5, 10, 20см.

У табл. 1 наведено граничні та СКП площ ділянок. З результатів обчислень чітко відслідковується закономірність, що похибки площ збільшуються з подовженістю прямокутної ділянки. Залежно від величини СКП координат точок поворотів меж ділянок пропорційно змінюється СКП її площі. Обчислені за формулами (2) і (3) похибки у визначенні площ відрізняються в межах коефіцієнта 2,8–3,5, що підтверджує статистичне “правило” 3σ , за яким встановлюється залежність СКП і граничної похибки. Для достовірного оцінювання точності визначення площі земельної ділянки необхідно мати достовірні значення СКП координат точок поворотів меж, які можна отримати тільки в результаті сумісного врівноваження опорної мережі і координування точок полярним методом за програмою врівноваження параметричним методом лінійно-кутової мережі. В іншому випадку за формулою (3) отримаємо лише граничні похибки визначення площі ділянки, які необхідно брати до уваги при повторних її обмірах.

Таблиця 1

Граничні та середні квадратичні похибки площ

№ з/п	Форма ділянки	Площа (га)	СКП m_x і m_y (см)	m_p (m^2)	m_p / P	$m_p / P \%$	m_{Pcp} гр (m^2)	m_{Pcp} / P	$m_{Pcp} / P \%$
-------	---------------	------------	------------------------	-----------------	-----------	--------------	------------------------	---------------	------------------

1	$\nu = 1$	0,1	5	0,8	1:1250	0,08	2,2	1:454	0,22
			10	1,5	1:666	0,15	4,5	1:222	0,45
			20	3,1	1:322	0,31	8,9	1:112	0,89
2	$\nu = 4$	0,1	5	0,9	1:1110	0,09	3,3	1:303	0,33
			10	1,9	1:526	0,19	6,5	1:154	0,65
			20	3,5	1:285	0,35	12,8	1:78	1,28
3	$\nu = 10$	0,1	5	1,4	1:714	0,14	5,0	1:200	0,50
			10	2,8	1:357	0,28	10,1	1:99	1,01
			20	5,4	1:185	0,54	20,0	1:50	2,00
4	$\nu = 1$	0,6	5	1,6	1:3750	0,03	5,5	1:1091	0,09
			10	3,2	1:1875	0,05	11,0	1:545	0,18
			20	6,3	1:952	0,11	22,3	1:269	0,37
5	$\nu = 4$	0,6	5	2,2	1:2727	0,04	8,0	1:750	0,13
			10	4,4	1:1364	0,07	15,9	1:377	0,27
			20	8,8	1:682	0,15	31,9	1:188	0,53
6	$\nu = 10$	0,6	5	3,6	1:1667	0,06	12,3	1:488	0,20
			10	7,1	1:845	0,12	24,6	1:244	0,41
			20	14,0	1:428	0,23	49,3	1:122	0,82
7	$\nu = 1$	1,0	5	2,1	1:4762	0,02	7,1	1:1408	0,07
			10	4,1	1:2439	0,01	14,1	1:709	0,14
			20	8,2	1:1220	0,08	28,2	1:355	0,28
8	$\nu = 4$	1,0	5	3,0	1:3333	0,03	10,3	1:970	0,10
			10	5,9	1:1695	0,06	20,6	1:485	0,20
			20	11,7	1:855	0,12	41,3	1:242	0,41
9	$\nu = 10$	1,0	5	4,5	1:2222	0,05	15,9	1:628	0,15
			10	9,0	1:1111	0,09	31,8	1:314	0,32
			20	18,1	1:552	0,18	63,8	1:157	0,63
10	$\nu = 1$	5,0	5	4,6	1:10869	0,01	15,8	1:3165	0,03
			10	9,2	1:5435	0,02	31,6	1:1582	0,06
			20	18,3	1:2732	0,04	63,3	1:790	0,13
11	$\nu = 4$	5,0	5	6,5	1:7692	0,01	23,0	1:2174	0,05
			10	13,0	1:3846	0,03	46,1	1:1084	0,09
			20	26,1	1:1916	0,05	92,3	1:542	0,18
12	$\nu = 10$	5,0	5	10,0	1:5000	0,02	35,5	1:1408	0,07
			10	20,0	1:2500	0,04	71,1	1:703	0,14
			20	39,9	1:1253	0,08	142,3	1:351	0,28
13	$\nu = 1$	10,0	5	6,8	1:14706	0,007	22,4	1:4464	0,02
			10	13,6	1:7352	0,01	44,7	1:2237	0,04
			20	27,1	1:3690	0,03	89,5	1:1117	0,09
14	$\nu = 4$	10,0	5	9,5	1:10526	0,01	32,6	1:3067	0,03
			10	18,9	1:5291	0,02	65,2	1:1533	0,07
			20	37,4	1:2673	0,04	130,5	1:766	0,13
15	$\nu = 10$	10,0	5	14,4	1:6944	0,01	50,3	1:1988	0,02
			10	28,9	1:3460	0,03	100,5	1:995	0,10
			20	57,6	1:1736	0,06	201,1	1:497	0,20

Необхідно також зауважити, що під час обмірів земельної ділянки точність визначення її площі залежить від точності лінійних та кутових вимірів, тому подвійне обчислення площі за різними вимірами через похибки вимірювань приводить до двох значень площі ділянки.

У випадку несущільної інвентаризації земельних ділянок виконавці робіт, використовуючи GPS приймачі та електронний тахеометр, практикують таку технологію обміру земельної ділянки. Встановивши GPS приймачі на двох опорних точках, визначають їх координати і, прив'язуючись до

цих точок теодолітним ходом, здійснюють електронним тахеометром обміри земельної ділянки полярним методом.

Для експериментального підтвердження розрахунків нами було проведено координування ділянки із 6-ма кутами повороту площею 33363м² замкнутим теодолітним ходом, з використанням електронним тахеометром SOKKIA SET F5. Координати теодолітного ходу обчислювались в двох протилежних напрямках: за ходом та проти ходу годинникової стрілки без вирівнювання кутів та приростів координат. У результаті координати однієї і тієї самої точки за рахунок похибок вимірювань отримали різні значення під час їх обчислення. В емпіричному наближенні СКП m_x і m_y координат можна оцінити згідно з формулами [4]:

$$m_x = |\Delta X_i| / \sqrt{2n}, \quad m_y = |\Delta Y_i| / \sqrt{2n}, \quad (4)$$

де n – кількість точок теодолітного ходу, $|\Delta X_i|$, $|\Delta Y_i|$ – різниці координат теодолітного ходу обчислені за двома протилежними напрямками.

Результати експериментальних обчислень наведено в табл. 2. У першій колонці наведено результати обчислень СКП площі з використанням даних m_x і m_y та формул (3) та (4). У другій колонці подані дані обрахунків СКП площі з використанням обробки теодолітного ходу як лінійно-кутової мережі за програмою “ІнвентГРАД”. У третій та четвертій колонках подано відповідно результати обчислення СКП площі з використанням методики моделювання похибок датчиком випадкових чисел у межах 10 см за формулою (2) та за формулою (3).

Таблиця 2

Результати обчислення площі земельної ділянки з оцінкою точності

Параметри	Визначення СКП площі земельної ділянки:			
	з використанням формул (3) та (4)	з використанням програми “ІнвентГРАД”	з використанням формули (2)	з використанням формули (3)
$m_p, \text{ м}^2$	12,0	14,4	15,7	27,1
m_p/P	1:2780	1:2300	1:2100	1:1230
$m_p/P \%$	0,04	0,04	0,05	0,08

Аналіз матеріалів досліджень. Аналізуючи результати оцінки точності визначення площі земельної ділянки різними способами, на основі хорошої збіжності одержаних результатів, можна зробити висновок про правомірність зазначеного підходу до оцінювання точності площ ділянок ооконтурених теодолітним ходом.

Висновки. На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки.

1. Виконані дослідження дають підстави стверджувати про необхідність введення в інструктивні матеріали граничної похибки на визначення площі земельної ділянки, в межах якої площі могли би бути зіставлені при їх повторних обмірах.

2. Вимоги до визначення відносної похибки площі і площі з точністю 1 м² є не правомірними, оскільки ці величини залежать від розміру та форми ділянки і приводять до різної точності координування меж.

3. При визначенні координат кутів повороту меж земельної ділянки необхідно враховувати клас точності визначенні координат та питання контролю вимірів, фактор значущості ділянки та способи закріплення меж земельної ділянки.

1. *Волосецький Б.І. Аналіз точності визначення параметрів земельних ділянок в населених пунктах з врахуванням економічних чинників // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів. – 1999. – С. 119–121.* 2. *Волосецький Б.І. Величина і вартість земельної ділянки – фактори, що впливають на точність кадастрових робіт // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів. – 1997. – С. 179–185.* 3. *Керівний технічний матеріал з інвентаризації земель населених пунктів (наземні методи) // ГКНТА. – К.: ГУГКК, 1993.* 4. *Положення по земельно-кадастровій інвентаризації земель населених пунктів // К.: Держкомзем, 1997. – 12 с.* 5. *Тартачинський Р.М. До питання про*

геодезичне забезпечення кадастру. Зб. *Geodezja i geometria inzynierska w budownictwie i inzynierii*. – Rzeszow, 1996. – С. 119–123. 6. Церклевич А.А. Використання нових технологій і актуальні задачі земельного кадастру // *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. – Львів. – 1999. – С. 121–124. 7. Церклевич А.А., Процик М.Г. Про точність визначення положення межових знаків і обчислення площ земельних ділянок // *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. – Львів. – 1997. – С. 185–188. 8. Церклевич А., Сигляк М. Про точність визначення меж та площ земельних ділянок при виконанні інвентаризації земель населених пунктів // *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. – Львів. – 1999. – С. 124–130. 9. Церклевич А.Л. Про точність визначення площ і положення меж земельних ділянок // *Geodezja inzynieryjna i kadaster w gospodarce narodowe. – Budownictwo i Inzynieria Srodowiska*. 1998. – z. 29 . – С. 117–123. 10. Гермонова Е., Лимарева Е. Влияние корреляционных зависимостей между ошибками определения координат контурных точек на точность определения площадей земельных участков // *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. – Львів: Ліга-Прес, 2002. – С. 287–290.