

УДК 528.1:528.4

В. В. РЯБЧІЙ

Кафедра геодезії, Національний університет “Львівська політехніка”, вул. С. Бандери, 12, Львів, Україна, 79013, тел.: +38(056)3730720; ел. пошта: RyabchyV@nmu.org.ua

ПРО ВИКОРИСТАННЯ ЗНІМАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ МЕЖ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ

Мета. Розроблення документації із землеустрою щодо відведення земельних ділянок у населених пунктах України є найбільш поширеними і затребуваними видами робіт із землеустрою. Для якісного їх виконання під час проектування меж земельної ділянки у містах на сучасному рівні необхідно користуватись актуальними топографічними планами масштабу 1:500. Для виконання тахеометричного знімання і геодезичного встановлення (відновлення) меж земельної ділянки створюється знімальна основа. Проміжок часу між двома видами цих робіт незначний. Також ці роботи можуть здійснюватись одночасно, якщо відведення земельної ділянки виконується на основі фактичного розміщення будівель, споруд, парканів тощо. Тахеометричне знімання і геодезичне встановлення меж виконується згідно з відповідними інструкціями. Вочевидь, що було б раціонально створену планову знімальну мережу для тахеометричного знімання використовувати і для геодезичного встановлення меж земельної ділянки. Так, постає задача створити одну планову знімальну мережу, яка б відповідала вимогам до точності чинних інструкцій щодо виконання вказаних робіт.

Методика. Для вирішення наведеної мети виконано аналіз і порівняння вимог всіх чинних інструкцій щодо точності побудови знімальних мереж тахеометричного знімання й інструкцій щодо встановлення (відновлення) меж земельних ділянок у природі (на місцевості). Також проаналізовані публікації науковців нашої та інших країн щодо цієї проблеми. Систематизовані вимоги до точності прокладання теодолітних ходів, побудови на топографічних планах жорстких контурів, будівель, споруд (наземних і підземних інженерних комунікацій, що особливо важливо у містах, де на забудованих територіях їх велика кількість).

Результати. На основі аналізу нормативно-правових актів України визначено, що для тахеометричного знімання допускається спрощене вирівнювання теодолітних ходів без урахування похибок вихідних пунктів. Також допускається висячі теодолітні ходи до чотирьох сторін. Нічого не говориться про обчислення середньої квадратичної похибки точок висячого теодолітного ходу і врахування середніх квадратичних похибок точок основного теодолітного ходу. Встановлено також, що знімальну основу для тахеометричного знімання недоречно і, взагалі, не можна використовувати для геодезичного встановлення (координування) кутів поворотів меж земельної ділянки, оскільки це не дає можливості визначити координати точок кутів поворотів меж цих земельних ділянок з точністю, яка регламентована чинними нормативно-правовими актами України. **Наукова новизна.** За результатами виконаних досліджень сучасного стану порушеної проблеми розроблені пропозиції щодо послідовності її вирішення. Запропонований для використання “частково забутий”, класичний метод попереднього розрахунку точності елементів геодезичних мереж, дає можливість індивідуального підходу до розробки методики вимірів у кожному випадку спільного або окремого виконання робіт щодо тахеометричного знімання земельної ділянки і геодезичного встановлення її меж. **Практична значущість** роботи полягає у тому, що для двох видів робіт буде створюватись одна планова знімальна основа. У результаті цього координати точок кутів поворотів меж земельної ділянки і відповідно її площа будуть обчислюватись з точністю, яка відповідає чинним інструкціям, а у разі необхідності ще точніше.

Ключові слова: знімальна мережа; теодолітний хід; тахеометричне знімання; геодезичне встановлення меж земельної ділянки; точність визначення координат.

Вступ

Для розроблення документації із землеустрою у містах використовують актуальні топографічні плани земельних ділянок масштабу 1:500. Для невеликих за площею земельних ділянок топографічне знімання переважно виконується методом тахеометричного зніман-

ня. Для виконання тахеометричного знімання, а потім геодезичного встановлення меж земельних ділянок, створюється планова знімальна геодезична мережа (висотна знімальна мережа в даній статті не розглядається).

Відповідно до підпункту 1.2.4 Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000,

1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України [Інструкція, 1998], “топографічні плани масштабу 1:500 можуть застосовуватись для ведення кадастру населених пунктів”. У підпункті 1.1.22 цієї Інструкції [Інструкція, 1998] наведено, що “виконувати знімання в містах та селищах міського типу тільки на знімальній основі не дозволяється”, а підпункт 1.5.5 цієї Інструкції [Інструкція, 1998] вказує, що: “знімальні геодезичні мережі є основою для виконання топографічних знімачів усіх масштабів та інших робіт”.

Згідно з пунктом 2.6 Інструкції про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджені наказом Державного комітету України із земельних ресурсів [Інструкція, 2010], для спрощення створення знімальної основи виконавці можуть отримувати відомості про наявні пункти державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення. Цим підтверджується, що знімальна основа для встановлення або відновлення меж земельної ділянки повинна бути прив'язана до державної геодезичної мережі.

Також у пункті 3.9 цієї Інструкції [Інструкція, 2010] вказується, що місцезнаходження межових знаків підлягає прив'язці до пунктів державної геодезичної мережі”. Тобто треба обов'язково вказувати координати точок кутів поворотів меж земельних ділянок у державній системі координат.

Таким чином створення знімальної основи є важливим етапом, як для виконання тахеометричного знімання, так і для геодезичного встановлення меж земельних ділянок.

Точність визначення координат точок кутів поворотів земельних ділянок та їхніх площ має важливе значення для ведення Державного земельного кадастру, визначення орендної плати або податку за землю, встановлення меж населених пунктів тощо.

Автори статті [Брынь М., Веселкин П., Калгунов В., 2011] вказують, що положення меж земельних ділянок доцільно визначати відносно пунктів міської геодезичної мережі зі середніми квадратичними похибками до 5 см.

У статті [Дешева Д. А., Рябчий В. В., 2013] наведена послідовність дій для розрахунку похибок, яка дає змогу заздалегідь обґрунтувати точність вимірювання кутів і довжин не тільки під час координування точок кутів поворотів меж земельної ділянки, а й в теодолітних ходах.

Автори статті [Доскоч А., Тарнавський В., Літинський В., 2010] вказують, що оцінка точності абсолютної похибки аналітичного обчислення площі також повинна враховувати точність геодезичної основи. Крім цього, наведено: “... пункти основи не повинні мати похибок, більших ніж 0,05 м, а ситуаційні подробиці I групи мають бути визначені з точністю, не меншою, ніж 0,03 м...”.

У статтях [Дутчин М., Грицюк Т., Біда І., Ничвид М., 2015; Дутчин М. М., Грицюк Т. Ю., Ільків Є. Ю., Біда І. В., 2014] досліджується точність планового положення пунктів знімальної основи та межових знаків залежно від необхідної точності визначення площ земельних ділянок. Автори дійшли висновку, що точність планового положення пунктів знімальної основи для забезпечення необхідної точності визначення площ земельних ділянок розміром 500–1000 м² у містах республіканського й обласного підпорядкування не повинна перевищувати 1–2 см.

Автори статті [Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л., 2007] зазначають, що [Інструкція, 1998] потребує оновлення через неточності встановлення допустимих параметрів ходів полігонометрії 4 класу, розрядної полігонометрії, теодолітних, тахеометричних і мензульних ходів.

У статті [Рябчий В. А., Рябчий В. В., Янкін О. Є., 2010] досліджено питання точності визначення площ земельних ділянок до 1000 м². Встановлено, що визначати координати точок кутів поворотів меж земельних ділянок хоча і можна точніше, ніж це вказано у Керівному технічному матеріалі “Інвентаризація земель населених пунктів (наземні методи)”, затвердженому наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України [Керівний технічний матеріал, 1993], але сьогодні це не зовсім раціонально і доцільно.

Автори статті [Рябчий В. А., Рябчий В. В., 2005] та ін. зауважують, що під час реконструк-

ції (відновлення) міських геодезичних мереж необхідно прагнути до скорочення їхніх ступенів, оскільки це зменшуватиме величини похибок вихідних пунктів під час створення знімальних мереж.

У статті [Тревого І., Рябчій В., 2014] зазначено, що наявні геодезичні мережі міст не відповідають сучасним вимогам і не можуть забезпечити необхідне та якісне виконання геодезичних робіт, особливо, на великих територіях, і передовсім, для робіт із землеустрою та ведення державного земельного кадастру.

Автори статті [Craig B. A., Wahl J. L., 2003] констатують, що сучасні геодезичні технології не змінили загальну відповідальність виконавців робіт з виконання топографічних і кадастрових знімів. Тим не менш, впровадження і повсякденне застосування глобальної системи позиціонування та комп'ютерної техніки суттєво змінили способи виконання вимірювань, аналізу й обчислення даних. Стандарти точності щодо виконання топографічних і кадастрових знімів повинні враховувати усі види кадастрових просторових даних і відповідати стандартам Федерального комітету географічних даних (США) для полегшення обміну даними. Сучасні стандарти точності кадастрового знімання є недостатніми і повинні бути змінені, щоб відповідати сучасному стану виконання обстежень земельних ділянок і враховувати той факт, що геопросторові дані, пов'язані зі зніманням, тепер є одним з його основних результатів.

У Керівництві з виконання кадастрових знімів [Section 1, 2008 і Section 13, 2014] наведено точність виконання різних геодезичних вимірювань, максимально допустимі значення розбіжностей, обчислених за результатами повторних геодезичних вимірів, точність визначення координат точок кутів поворотів меж земельних ділянок тощо. Усі ці значення наведених величин залежать від місця виконання геодезичних робіт і розташування земельних ділянок в Австралії, а саме: центральна частина міста, комерційна і житлова забудова у межах міста, інша забудова у межах міста, забудова у межах іншого населеного пункту або землі сільськогосподарського призначення.

Стандарт і керівництво з виконання кадастрових знімів [Standards and Guidelines, 2001] є

керівним документом, що встановлює мінімально допустимий рівень відносної точності кадастрових вимірювань під час застосування GPS-технології. Відносна точність кадастрових вимірювань є середнім показником відносної точності координат точки відносно інших сусідніх точок на рівні достовірності 95 %. Про результати виконання усіх кадастрових вимірювань слід повідомляти в Федеральний комітет з географічних даних, щоб показати взаємозв'язок кадастрової зйомки відносно національної просторової референційної системи. Метод найменших квадратів або інший множинний аналіз вихідних даних застосовується для отримання середньозваженої величини при перевірці одержаного рівня точності позиціонування.

Мета роботи

Постає таке питання: “Чи можна використувати створену планову знімальну мережу тахеометричного знімання для геодезичного встановлення меж земельних ділянок?”.

Хоча, на перший погляд, на це просте питання можна дати відповідь: “Так”, але, як це позначатиметься на точності виконання робіт з геодезичного встановлення меж земельних ділянок і, які водночас будуть отримані середні квадратичні похибки координат точок кутів поворотів?

З наведеного вище виходить мета статті. Відповідно до інструктивних вимог обґрунтувати і зробити висновок про можливість використання знімальної мережі тахеометричного знімання в масштабі 1:500 для геодезичного встановлення меж земельних ділянок.

Методика

Геодезична планова знімальна мережа у порушеному питанні створюється для тахеометричного знімання та координування точок кутів поворотів меж земельних ділянок. Під координуванням точок кутів поворотів земельних ділянок мають на увазі геодезичні виміри, які використовуються для обчислення координат точок кутів поворотів меж земельних ділянок.

Розміщення пунктів знімальної мережі визначається під час обстеження земельної ділянки і прилеглої території, яке виконує сертифікований інженер-геодезист. Розміщення пунктів знімальної мережі повинно бути таким,

щоб забезпечувалась видимість між її суміжними пунктами, а для обчислення координат точок кутів поворотів межі земельної ділянки існувала можливість виконати не тільки необхідні, а й надлишкові виміри.

У підпункті 4.2.10 [Керівний технічний матеріал, 1993] вказується, що за недостатньої щільності геодезичної основи виконується її згущення. Вказуються методи і те, що геодезична основа має відповідати вимогам зйомки масштабу 1:500. Тобто можна сказати, що планове обґрунтування для інвентаризації земельних ділянок повинно відповідати вимогам топографічного знімання масштабу 1:500.

Здебільшого в сучасних умовах забудови міст планова знімальна мережа створюється прокладенням теодолітного ходу з використанням електронних тахеометрів. Вихідними пунктами можуть бути пункти державної геодезичної мережі або геодезичних мереж згущення, а також окремі пункти, координати яких визначені за допомогою GNSS приймачів.

Згідно з даними підпункту 5.1.14 (табл. 11а) Інструкції [Інструкція, 1998] допустима довжина теодолітного ходу для масштабу 1:500 не повинна бути більше 2 км, а кількість сторін – не перевищувати 20. Також у цьому пункті вказується, що “на забудованій території довжини сторін у теодолітному ході мають бути в межах від 20 м до 1000 м, а на незабудованих територіях від 40 м до 1500 м.

Згідно з підпунктом 4.1.2 Інструкції [Інструкція, 1998] в полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів прокладання висячих ходів не дозволяється. А в теодолітних ходах, для тахеометричного знімання висячі ходи допускаються (підпункт 5.1.17 цієї Інструкції [Інструкція, 1998]). Кількість сторін висячого ходу на незабудованій території має бути не більше ніж три, а на забудованій – не більше від чотирьох. Згідно з підпунктом 5.1.17 Інструкції [Інструкція, 1998] довжини висячих ходів не повинні перевищувати величин, що вказані в табл. 12. Тобто, у містах під час тахеометричного знімання масштабу 1:500 на забудованій території висячий теодолітний хід може мати чотири сторони, а їх довжини можуть бути від 20 м до 500 м.

Оскільки потім точки висячого теодолітного ходу можна використовувати для коорди-

нування точок кутів поворотів меж земельних ділянок, то з якими середніми квадратичними похибками отримуються координати точок висячого теодолітного ходу?

Про це у підпункті 5.1.3 Інструкції [Інструкція, 1998] вказується: “граничні похибки Δ_{zp} положення пунктів планової знімальної мережі відносно пунктів державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення не повинні перевищувати на відкритій місцевості та на забудованій території 0,2 мм у масштабі плану і 0,3 мм – на місцевості, що закрита деревами та чагарниками”. Для топографічного плану масштабу 1:500 гранична похибка положення пунктів планової знімальної мережі відносно пунктів державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення становить $\Delta_{zp} = 0,1$ м або $\Delta_{zp} = 0,15$ м, а враховуючи вимоги підпункту 1.1.16 цієї Інструкції [Інструкція, 1998] середня квадратична похибка $m = 0,125$ м або $m = 0,188$ м.

Хоча кількість сторін у висячому теодолітному ході не більше ніж чотири, але за рівності умов вимірів для кожної точки такого ходу похибка положення четвертої точки буде у два рази більше, ніж похибка першої. Вочевидь, це може відповідати точності тахеометричного знімання, але щодо точності геодезичного встановлення або відновлення меж земельної ділянки така кількість сторін висячого теодолітного ходу не підходить.

У підпункті 5.1.7 Інструкції [Інструкція, 1998] вказується: “зрівнювання знімальної основи виконують спрощеними способами. Обчислення висячих ходів виконують з пунктів опорних геодезичних мереж та точок теодолітних ходів 1 і 2 порядків”. Тобто цим підпунктом визначається, як обчислювати координати точок висячих теодолітних ходів. Середні квадратичні похибки вихідних пунктів (точок) можна не враховувати.

Згідно з пунктом 6.33 Інструкції топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Інструкція, 1998] до каталогу координат пунктів значення координат заносять з точністю 0,001 м, дирекційні кути – до 0,1”, довжин ліній – до 0,001 м. Така точність запису вказаних величин геодезичних мереж може забезпечити необхідну точність визначення координат точок кутів поворотів

меж земельної ділянки згідно з Інструкцією про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками [Інструкція, 2010]. Але відповідно до пункту 6.33 Інструкції [Інструкція, 1998] координати пунктів знімальної мережі записують у каталоги з точністю до 0,1 м. Тобто, якщо користуватись такими каталогами, то тільки гранична похибка округлення може сягати 0,05 м.

У підпункті 7.4.11 Інструкції [Інструкція, 1998] вказується, що координати і висоти тахеометричних (теодолітних) ходів обчислюються з точністю до 0,01 м.

Відповідно до пункту 6.18 Інструкції [Інструкція, 1998] зміни координат раніше визначених пунктів і нового зрівнювання не повинні перевищувати 0,10 м. Якщо зміни координат перевищують 0,10 м і мають один знак, можна змінити значення координат вихідних пунктів на постійну величину. Усі наслідки цього впровадження зараз не обговорюються, вони добре відомі читачеві. Але наведемо тільки один. Буде добре, якщо раніше визначені такі координати не використовувались для геодезичного встановлення меж земельних ділянок.

Згідно з підпунктом 1.1.16 Інструкції [Інструкція, 1998] у взаємному положенні на топографічному плані середні похибки точок найближчих контурів (капітальних споруд, будинків тощо) не повинні перевищувати 0,4 мм. Для переходу від середніх похибок Δ до середніх квадратичних похибок m застосовується коефіцієнт 1,25, тобто $m = 1,25 \Delta$. Для топографічного плану масштабу 1:500 середня похибка нанесення на план якоїсь капітальної споруди, стіни будинку або інше може дорівнювати $\Delta = 0,20$ м, а середня квадратична похибка – $m = 0,25$ м. Ці вимоги стосуються як до споруд, так і до наземних і підземних інженерних комунікацій.

У пункті 19 Порядку проведення інвентаризації земель, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України [Порядок, 2012], вказується, що для забезпечення необхідної точності відображення прийнятої облікової одиниці площі гранична похибка поворотних точок меж земельних ділянок відносно найближчих пунктів державної геодезичної мережі не повинна перевищувати:

- у м. Києві, Севастополі та інших містах обласного підпорядкування – 0,1 м;

- в інших містах та селищах – 0,2 м;
- у селах – 0,3 м;
- за межами населених пунктів – 0,5 м.

Тобто для міст обласного підпорядкування допустима середня квадратична похибка положення кутів поворотів меж земельної ділянки не повинна перевищувати 0,1 м, а допустима мінімальна середня квадратична похибка положення планової знімальної мережі для топографічного (тахеометричного) знімання дорівнює 0,125 м.

Також у пункті 20 цього Порядку [Порядок, 2012] вказується, що під час проведення інвентаризації земель площа земельної ділянки зазначається до 1 м² з урахуванням граничної похибки масштабу плану у разі, коли координати точки кута повороту межі визначаються з точністю до 0,01 м.

У зв'язку з цим постає питання. Коли координати точки кута повороту межі земельної ділянки можуть бути визначені з точністю до 0,01 м? Таку точність можна отримати навіть не всіма модифікаціями GNSS-приймачів. Якщо ж координати точок кутів поворотів межі земельної ділянки округляти до 0,01 м, то це призведе до того, що за повторного обчислення площі та довжин сторін цієї земельної ділянки їхні значення відрізнятимуться від первинних [Рябчий В. А., Рябчий В. В., 2003].

Відповідно до пункту 3.10 Інструкції [Інструкція, 2010] середня квадратична похибка місцезоташування межового знака відносно найближчих пунктів державної геодезичної мережі, геодезичних мереж згущення, міських геодезичних мереж не повинна перевищувати:

- у Києві, Севастополі, містах – обласних центрах та містах обласного підпорядкування – 0,1 м;
- в інших містах та селищах – 0,2 м;
- у селах – 0,3 м;
- за межами населених пунктів для земельних ділянок площею до 10 га – 0,5 м, а площею 10 га і більше – 2,5 м.

Вказані значення середніх квадратичних похибок положення кутів поворотів меж земельних ділянок характеризують допустимі величини похибок відносно пунктів державної геодезичної мережі, геодезичних мереж згущення, міських геодезичних мереж, а не відносно пунктів знімальної мережі. Але, як можна одержати середні квадратичні похибки поло-

ження кутів поворотів 0,1 м, якщо інструктивна точність знімальної планової мережі також становить 0,1 м?

Згідно з пунктом 5 Керівництва [Section 1, 2008] точність (розбіжність) положення геодезичних пунктів під час визначення їхніх координат за результатами повторних геодезичних вимірів відносно картографічної сітки Австралії не повинна перевищувати:

- у центральній частині міста – 0,02 м;
- комерційна і житлова забудова у межах міста – 0,03 м;
- інша забудова у межах міста – 0,05 м;
- землі сільськогосподарського призначення – 0,15 м.

У той самий час відповідно до пункту 13.4 Керівництва [Section 13, 2014] рекомендують ймовірну похибку положення кутів поворотів (довірча ймовірність 50 %) під час виконання кадастрових знімачів не повинна перевищувати:

- у центральній частині міста – 0,008 м;
- комерційна і житлова забудова у межах міста – 0,012 м;
- інша забудова у межах міста – 0,020 м;
- землі сільськогосподарського призначення – 0,060 м.

Відповідно до Стандарту [Standards and Guidelines, 2001] точність визначення координат точок кутів поворотів меж земельної ділянки відносно найближчих кутів поворотів (похибка взаємного положення) не повинна перевищувати 0,05 м під час контролю виконання проектів землеустрою і 0,10 м – під час виконанні кадастрових знімачів. Відносно найближчих пунктів геодезичної мережі точність визначення координат точок кутів поворотів меж земельної ділянки не повинна перевищувати 0,10 м у разі контролю виконання проектів землеустрою і 0,20 м – під час виконання кадастрових знімачів. Також значення допуску кадастрових вимірів у 0,086 м отримують із стандартної похибки поширення зв'язків. Воно засноване на такій формулі: квадратний корінь з суми квадратів допуску кадастрових вимірів (0,086 м) і максимально допустимої похибки контролю виконання проектів землеустрою (0,05 м), що повинно приблизно дорівнювати максимально допустимій похибці кадастрових вимірювань (0,10 м).

Тобто закордонні стандарти також наводять різну точність під час виконання робіт з

топографічного знімання і координування кутів поворотів меж земельних ділянок. Також необхідно зауважити, що ці стандарти є більш “жорсткими”, що пояснюється великою вартістю землі у цих країнах.

Результати

Після виконання геодезичних вимірів виконується їх математична обробка. Переважно вирівнювання усіх цих вимірів виконується без урахування похибок вихідних пунктів та точок теодолітного ходу. Взагалі вважається, що величини похибок вихідних пунктів значно менші, ніж похибки нижчого класу вимірів, тому їх можна не враховувати. Але у вказаній послідовності геодезичних робіт допускається два, а іноді і три випадки впливу похибок вихідних даних.

Перший випадок, коли не враховуються середні квадратичні похибки пунктів мереж згущення під час обчислення середніх квадратичних похибок точок знімальної мережі (теодолітних ходів). Другий – коли не враховуються середні квадратичні похибки точок теодолітного ходу під час обчислення середніх квадратичних похибок координат точок кутів поворотів меж земельних ділянок. І третій – коли за основу для координування точок кутів поворотів земельних ділянок можуть братись точки висячого теодолітного ходу.

Так, не врахування похибок вихідних пунктів, може призвести до спотворення поправок у виміряні величини і завищення оцінки точності пунктів знімальної мережі і кутів поворотів меж земельних ділянок.

Враховуючи вимоги Інструкції [Інструкція, 1998], можна якісно виконати виміри і побудувати топографічний план будь-якої земельної ділянки, на якій розташовані якісь будівлі чи споруди. Потім можна виконати геодезичне встановлення меж цієї земельної ділянки, але може статись така ситуація.

Межа земельної ділянки проходить по жорстких контурах (стіна, паркан тощо). Середня квадратична похибка положення цих контурів на топографічному плані може сягати 0,25 м, а середня квадратична похибка визначення координат точок кутів поворотів цієї межі не повинна перевищувати 0,1 м. Так, накреслена на топографічному плані межа такої земельної ділянки може не збігатись з відповідними

контурами будівель чи споруд і “різати” їх. У територіальному органі Державного земельного агентства на це обов’язково звернуть увагу, і можуть повернути відповідну документацію із землеустрою на доопрацювання.

У таких випадках пропонується таке. Якщо на топографічному плані масштабу 1:500 межа земельної ділянки не збігається з контурами відповідних будівель чи споруд на величину до 1,0 мм, то необхідно провести цю межу по контурах відповідних будівель чи споруд. Якщо ця величина більше ніж 1,0 мм у масштабі плану, то необхідно з’ясувати причину цього, і відкоригувати топографічний план. У відповідній пояснювальній записці необхідно це зазначити. Допустиме значення 1,0 мм взято, як подвосна середня квадратична похибка положення контурів на топографічному плані (підпункт 1.1.19 Інструкції [Інструкція, 1998]).

Враховувати середні квадратичні похибки пунктів державної геодезичної мережі та геодезичних мереж згущення, які використовуються як вихідні для побудови знімальної основи, практично неможливо, оскільки переважно таких даних у геофондах міста немає через об’єктивні причини. Хоча вирівнювання цих мереж виконувалось строгим способом, але до 90 років минулого століття існувала практика обчислювати середню квадратичну похибку тільки найслабшої сторони або слабкого пункту. Сьогодні розвиток обчислювальної техніки і програмного забезпечення дає змогу враховувати середні квадратичні похибки вихідних пунктів, і це необхідно виконувати.

Наукова новизна та практична значущість

На похибку визначення положення або координат точок кутів поворотів межі земельної ділянки впливатимуть похибки положення або координат точок планової знімальної мережі і похибки координування точок кутів поворотів земельних ділянок. Це говорить про те, що точність планової знімальної мережі під час виконання деяких робіт із землеустрою – геодезичному встановленні або відновленні меж земельних ділянок – повинна бути вищою, ніж вказано в Інструкції [Інструкція, 1998].

Під час вирівнювання результатів геодезичних вимірів з координування точок кутів поворотів меж земельних ділянок також необхідно враховувати середні квадратичні похибки точок теодолітних ходів. Тому вико-

ристовувати пункти планової знімальної мережі тахеометричного знімання для геодезичного встановлення або відновлення меж земельних ділянок не можна.

Звісно, координати планової знімальної мережі можна отримувати застосовуючи різні способи. Але враховуючи ситуацію у містах (забудова, рослинність тощо), найбільш раціональними способами є визначення координат точок знімальної мережі шляхом прокладання теодолітних ходів або шляхом комбінування прокладання теодолітного ходу і визначення координат точок за допомогою GNSS-приймачів.

Аналізуючи усі вимоги Інструкції [Інструкція, 1998] щодо точності знімальної мережі для топографічного знімання та побудови топографічних планів масштабу 1:500, можна припустити, що на сучасному рівні вони відповідають вирішенню вказаних задач. Але використовувати таку знімальну мережу для геодезичного встановлення або відновлення меж земельних ділянок не рекомендується. Водночас створювати дві знімальні мережі окремо для виконання топографічного знімання та встановлення або відновлення меж земельних ділянок також не доцільно.

Автори виконали багато розрахунків точності побудови знімальної мережі та координат точок кутів поворотів меж земельних ділянок. Але враховуючи обсяг статті і безліч різних ситуаційних умов, ці приклади не можна вважати характерними. Оскільки одержані результати, крім точності геодезичних приладів і похибок вихідних пунктів, залежать від кількості точок, довжин сторін, форми та інших показників теодолітного ходу, а також площі і конфігурації земельної ділянки, то вони значно відрізняються. Тому наводимо тільки загальні висновки і пропонуємо таку послідовність вирішення порушеної проблеми, що дає можливість створювати одну планову знімальну основу. Це дає змогу вирішити питання виконання робіт відповідно до інструктивних вимог щодо точності визначення кутів поворотів меж земельних ділянок і підвищити точність нанесення на топографічний план елементів ситуації.

Висновки та пропозиції

На основі наведеного вище можна зробити такі висновки та пропозиції.

1. Створену за вимогами Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000,

1:2000, 1:1000, 1:500 [Інструкція, 1998] знімальну мережу топографічного знімання у масштабі 1:500 використовувати для встановлення або відновлення меж земельних ділянок не доцільно. Оскільки така знімальна мережа не може забезпечити точність визначення положення точок кутів поворотів відповідно до вимог нормативно-правових актів України [Інструкція, 2010 і Порядок, 2012] та нормативного документа [Керівний технічний матеріал, 1993].

2. Пропонується оновити Інструкцію з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 [Інструкція, 1998] і увідповіднити її вимогам нормативно-правових актів України [Інструкція, 2010 і Порядок, 2012].

3. До виконання попереднього пункту:

3.1. Під час побудови знімальної мережі для геодезичного встановлення або відновлення меж земельної ділянки висячі теодолітні ходи повинні бути тільки у крайніх випадках. Кількість сторін висячого теодолітного ходу не повинна перевищувати двох, а його довжина – відповідати вимогам підпункту 5.1.7 (табл. 12) Інструкції [Інструкція, 1998].

3.2. Якщо для тієї самої земельної ділянки треба виконати топографічне знімання та встановлення або відновлення її меж, то необхідно створювати одну планову знімальну мережу такої точності, щоб забезпечити відповідні вимоги нормативно-правових актів України [Інструкція, 2010 і Порядок, 2012] щодо точності встановлення або відновлення меж земельних ділянок.

3.3. Для виконання попереднього висновку необхідно обстежити територію земельної ділянки, обрати місця закладання пунктів знімальної мережі, виконати попередній розрахунок точності і запланувати відповідну методику геодезичних вимірів. Попередній розрахунок точності необхідно виконувати тільки строгим способом з урахуванням середніх квадратичних похибок усіх відповідних вихідних пунктів за допомогою сучасного програмного забезпечення та обчислювальної техніки.

Перспектива подальших досліджень полягає у визначенні реально можливої точності визначення положення кутів поворотів меж частин земельної ділянки, які містять обтяження та обмеження щодо використання землі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Брынь М. О. О параметрах кадастровой съёмки городских объектов недвижимости / М. Брынь, П. Веселкин, В. Калгунов // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. Зах. геодез. т-ва УТГК. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2011. – Вип. I (21). – С. 271–272.
- Дешева Д. А. Обоснование точности измерений углов и длин при определении координат углов поворотов границ земельного участка полярным способом / Д. А. Дешева, В. В. Рябчий // Сборник научных трудов Международного форум-конкурса молодых ученых “Проблемы недропользования”. – СПб., 24–26 апреля 2013 г. – Ч. 1. – С. 152–154.
- Доскоч А. Точність визначення площ за плоскими прямокутними координатами / А. Доскоч, В. Тарнавський, В. Літинський // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. Зах. геодез. т-ва УТГК. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2010. – Вип. I (19). – С. 107–114.
- Дутчин М. Дослідження точності побудови планових знімальних мереж при інвентаризації земель населених пунктів / М. Дутчин, Т. Грицюк, І. Біда, М. Ничвид // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. Зах. геодез. т-ва УТГК. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2015. – Вип. I (29). – С. 53–56.
- Дутчин М. Дослідження точності побудови планових знімальних мереж при інвентаризації земель населених пунктів / М. М. Дутчин, Т. Ю. Грицюк, Є. Ю. Ільків, І. В. Біда // Наук. вісник Ужгород. Ун-ту. Серія Географія. Землеустрій. Природокористування. – 2014. – Вип. 3. – С. 48–53.
- Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 р. № 56 із змінами, внесеними згідно з наказом Укргеодезкартографії від 27.07.1999 № 90. – К., 1999. – 156 с.
- Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18.05.2010 р. № 376 із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 03.07.2013 р. № 405.
- Керівний технічний матеріал “Інвентаризація земель населених пунктів (наземні методи)”, затверджений наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 02.02.1993 р. № 6. – Київ, 1993.
- Островський А. Л. Методи визначення допустимих параметрів геодезичної основи великомасштабного топографічного знімання / А. Л. Островсь-

- кий, О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський // Вісник геодезії та картографії. – 2007. – № 6 (51). – С. 7–15.
- Порядок проведення інвентаризації земель, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23.05.2012 р. № 513 із змінами, внесеними згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 20.02.2013 р. № 154.
- Рябчий В. А. Влияние ошибок округления координат углов поворотов границ земельных участков на точность определения их площадей / В. А. Рябчий, В. В. Рябчий // Инженерная геодезия. – 2003. – Вып. 49. – С. 193–201.
- Рябчий В. А. Встановлення точності визначення площ земельних ділянок під малими об'єктами нерухомості / В. А. Рябчий, В. В. Рябчий, О. Є. Янкінь // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. – Л., 2010. Вип. II (20). – С. 204–208.
- Рябчий В. А. Реконструкція геодезичних мереж міст / В. А. Рябчий, В. В. Рябчий // Сучасні досягнення
- геодезичної науки та виробництва : зб. наук. пр. – Львів, 2005. – Вип. II. – С. 49–53.
- Тревого І. Реконструкція геодезичних мереж великих міст України / І. Тревого, В. Рябчий // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Географія. Землеустрій. Природокористування. – 2014. Вип. 3. – С. 12–18.
- Craig Belle A. and Wahl Jerry L. Cadastral Survey Accuracy Standards / Surveying and Land Information Science. – Vol. 63. – № 2. – 2003. – P. 87–106.
- Section 1 – Introduction and Surveyor-General's directions / Cadastral Surveys Guidelines. – Issue 6. – January 2008.
- Section 13 – Survey Accuracies / Cadastral Surveys Guidelines. – Issue 3.2. – July 2014.
- Standards and Guidelines for Cadastral Surveys Using Global Positioning System Methods / United State Department of Agriculture (Forest Service) and United State Department of Interior (Bureau of Land Management). – Ver. 1.0. – 09.05.2001. – 19 p.

В. В. РЯБЧИЙ

Кафедра геодезії, Національний університет “Львівська політехніка”, ул. С. Бандери, 12, Львів, Україна, 79013; тел.: +38(056)3730720; ел. пошта: RyabchyV@nmu.org.ua

О ПРИМЕНЕНИИ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

Цель. Разработка документации по землеустройству по отводу земельных участков в населенных пунктах Украины являются наиболее распространенным и востребованным видом работ по землеустройству. Для качественного их выполнения при проектировании границ земельного участка в городах на современном уровне необходимо пользоваться актуальными топографическими планами масштаба 1:500. Для выполнения тахеометрической съемки и геодезического установления (восстановления) границ земельного участка создается съемочная основа. При этом промежуток времени между двумя видами этих работ оказывается незначительным. Также эти работы могут осуществляться одновременно, если отвод земельного участка выполняется по фактическому размещению зданий, сооружений, заборов и т.п. Тахеометрическая съемка и геодезическое установление границ выполняется согласно с соответствующими инструкциями. Очевидно, что было бы рационально созданную плановую съемочную сеть для тахеометрической съемки использовать и для геодезического установления границ земельного участка. Таким образом, возникает задача создать одну плановую съемочную сеть, которая бы отвечала требованиям к точности действующих инструкций по выполнению указанных работ. **Методика.** Для решения приведенной цели выполнен анализ и сравнение требований всех действующих инструкций по точности построения съемочных сетей тахеометрической съемки и инструкций по установлению (восстановлению) границ земельных участков в натуре (на местности). Также проанализированы публикации ученых нашей и других стран по этой проблеме. Систематизированы требования к точности проложения теодолитных ходов, построений на топографических планах жестких контуров, зданий, сооружений (наземных и подземных инженерных коммуникаций, что особенно важно в тех местах, где имеется плотная застройка). **Результаты.** На основе анализа нормативно-правовых актов Украины определено, что для тахеометрической съемки допускается упрощенное выравнивание теодолитных ходов без учета погрешностей исходных пунктов. Также допускается висячие теодолитные ходы до четырех сторон. При этом ничего не говорится об высчислении средней квадратичной погрешности точек висячего теодолитного хода и учета средних квадратичных погрешностей точек основного теодолитного хода. Также установлено, что съемочное обоснование для тахеометрической съемки неуместно и, вообще, нельзя использовать для геодезического установления (координации) углов поворотов границ земельного участка, поскольку не дает возможности определить координаты точек углов поворотов границ этих земельных участков с точностью, регламентированной действующими нормативно правовыми актами Украины. **Научная новизна.** По результатам выполненных исследований современного состояния затронутой проблемы разработаны предложения по последовательности ее решения. Предложенный для использования классический метод предварительного расчета точности элементов геодезических сетей “частично забыть” и дает возможность индивидуального подхода к разработке методики измерений в каждом

случае совместного или отдельного выполнения работ по тахеометрической съемке земельного участка и геодезического установление его границ. **Практическая значимость** работы заключается в том, что для двух видов работ таких будет создаваться одна плановая съемочная основа. В результате этого координаты точек углов поворотов границ земельного участка и соответственно его площадь будут высчитываться с точностью, соответствующей действующим инструкциям, а в случае необходимости еще точнее.

Ключевые слова: съемочная сеть; теодолитный ход; тахеометрическая съемка; геодезическое установление границ земельного участка; точность определения координат.

V. V. RIABCHII

Department of Geodesy, Lviv Polytechnic National University, S. Bandery str., 12, Lviv, Ukraine, 79013, tel.: +38(056)3730720, +38(0562)472411; e-mail: RyabchyV@nmu.org.ua

ON THE USE OF THE SET OF GEODETIC NETWORKS FOR THE SURVEYING OF LAND BOUNDARIES

Aim. Development of land use on land allocation in settlements of Ukraine is the most common and popular types of work on land management. For quality of their performance in the design of the boundaries of land in urban areas to date need to use the actual topographical plans scale 1:500. To perform tacheometric removal and installation of the geodesic (renewal) boundaries of land created by film basis. Thus, the interval between the two types of minor works. Also, this work may be performed simultaneously if land allocation performed by the actual placing of buildings, fences and more. Tacheometric removal and geodetic delineation performed according to instructions. Obviously, that would be established rationally planned filming network for removal tacheometric used for surveying delineating land. Thus, there is a problem of a routine imaging network that would meet the requirements for accuracy of operating instructions for the implementation of these activities. **Methods.** To address the reduced goal the analysis and comparison of the requirements of all applicable instructions for the accuracy of building networks tacheometric film removal and installation instructions (recovery) of land boundaries in nature (on ground). Also reviewed publication of our scientists and other states on this issue. Systematized requirements for accuracy laying theodolite moves, building on topographic plans harsh contours, buildings, structures (surface and underground utilities, which is especially important in urban areas, where the built up areas of their large number). **Results.** Based on analysis of legal acts of Ukraine stipulates that tacheometric removal may be simplified leveling theodolite moves, excluding errors starting point. It also enables hanging theodolite moves to four. However, nothing is said about the calculation of the mean square error of hanging traverse points and taking into account the mean square errors of the main points traverse. Also found that crew tacheometric basis for removal of inappropriate and, in general, can not be used for surveying installation (coordinate) rotation angles boundaries of the land, as it makes it impossible to determine the coordinates of corners of turns boundaries of land with a precision that is regulated by the applicable regulatory acts of Ukraine. **Scientific novelty.** As a result of the current state of the research problems raised proposals on the sequence of its decision. Proposed to use "partly forgotten", the classic method of calculating precision geodetic network elements, enables an individual approach to the development of measurement techniques in each case common or individual works on tacheometric removal of land surveying and setting its limits. **The practical significance** The practical significance of the work lies in the fact that two types of jobs will be created a film scheduled basis. As a result, coordinates turns corners and boundaries of land under its area will be calculated with an accuracy that meets current guidelines and, if necessary, more precisely.

Keywords: survey network; theodolite traverse; tacheometric removal; geodetic delineating land; accuracy of the coordinates.

REFERENCES

- Bryn' M. O., Veselkin P., Kalgunov V. *O parametrah kadaastrovoj s#emki gorodskih ob#ektov nedvizhimosti* [On the parameters of urban cadastral survey of real estate]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zb. nauk. pr. Zakh. heodez. t-va UTHK*. [Modern achievements in geodetic science and industry]. *Vyd-vo Lviv. Politekhniky* [Lviv Polytechnic Publishing House]. Lviv, 2011, issue I (21), pp. 271–272.
- Deshevaja D. A., Rjabchij V. V. *Obosnovanie tochnosti izmerenij uglov i dlin pri opredelenii koordinat uglov povorotov granic zemel'nogo uchastka poljarnym sposobom* [Substantiation of the accuracy of measurements of angles and lengths in determining the coordinates of the corners of turns of land borders the Arctic way]. *Sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnogo forum-konkursa molodyh uchenyh "Problemy nedropol'zovanija"* [Collection of scientific works of the International Forum of Young Scientists Contest "Problems of subsoil use"]. St. Petersburg, April 24–26, 2013, Part 1, pp. 152–154.
- Doskoch A., Tarnavskiy V., Litynskiy V. *Tochnist vyznachennia ploshch za ploskymy priamokutnymy koordynatamy* [The accuracy of space at flat rectangular coordinates]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zb. nauk. pr. Zakh. heodez. t-va UTHK*. [Modern achievements in geodetic science and industry]. L.: Vyd-vo Lviv. Politekhniky [Lviv Polytechnic Publishing House]. 2010, issue I (19), pp. 107–114.

- Dutchyn M., Hrytsiuk T., Bida I., Nychvyd M. *Doslidzhennia tochnosti pobudovy planovykh znyalnykh merezh pry inventaryzatsii zemel naselennykh punktiv* [Research of accuracy constructing planned of surveying networks in inventory of land settlements]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: zb. nauk. pr. Zakh. heodez. t-va UTHK.* [Modern achievements in geodetic science and industry]. L.: Vyd-vo Lviv. Politekhniky [Lviv Polytechnic Publishing House], 2015, issue I (29), pp. 53–56.
- Dutchyn M., Hrytsiuk T.Yu., Ilkiv Ye.Yu., Bida I.V. *Doslidzhennia tochnosti pobudovy planovykh znyalnykh merezh pry inventaryzatsii zemel naselennykh punktiv* [Research of accuracy constructing planned of surveying networks in inventory of land settlements]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriiia Heohrafiia. Zemleustrii. Pryrodokorystuvannia* [Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. Series Geography. Land Management. Nature]. 2014, issue 3, pp. 48–53.
- Instruktsiia z topografichnoho znyannia u masshtabakh 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (HKNTA-2.04-02-98)* [Instruction of topographic removal in the scale of 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000, 1: 500 (HKNTA-2.04-02-98)]. *zatverdzhena nakazom Holovnoho upravlinnia heodezii, kartohrafiu ta kadastru pry Kabineti Ministriv Ukrainy vid 09.04.1998 # 56 iz zminamy, vnesenyi zghidno z nakazom Ukrheodezkartohrafiu vid 27.07.1999 # 90* [approved by the Main Department of Geodesy, Cartography and Cadastre at the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 09.04.1998, no. 56 as amended according to the order Ukrheodezkartohrafiyi of 27.07.1999, no. 90]. Kyiv, 1999, 156 p.
- Instruktsiia pro vstanovlennia (vidnovlennia) mezh zemelnykh dilianok v naturi (na mistsevosti) ta yikh zakriplennia mezhovymy znakamy* [Instructions on installation (recovery) of land boundaries in nature (on ground) and their consolidation boundary marks] *zatverdzhena nakazom Derzhavnoho komitetu Ukrainy iz zemelnykh resursiv vid 18.05.2010 # 376 iz zminamy, vnesenyi zghidno z nakazom Ministerstva ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy vid 03.07.2013 # 405* [approved by the State Committee for Land Resources of Ukraine of 18.05.2010, no. 376 as amended in accordance with the order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine] 03.07.2013, no. 405
- Kerivnyi tekhnichnyi material "Inventaryzatsiia zemel naselennykh punktiv (nazemni metody)"* [The governing technical material "Inventory of land settlements (ground techniques)"], *zatverdhenyi nakazom Holovnoho upravlinnia heodezii, kartohrafiu ta kadastru pry Kabineti Ministriv Ukrainy vid 02.02.1993 # 6* [approved by the Main Department of Geodesy, Cartography and Cadastre at the Cabinet of Ministers of Ukraine] dated 02.02.1993, no. 6, Kyiv, 1993.
- Ostrovskiy A. L., Moroz O. I., Tarnavskiy V. L. *Metody vyznachennia dopustymykh parametriv heodezychnoi osnovy velykomasshtabnoho topografichnoho znyannia* [Methods for determining acceptable parameters geodesic basis of large-scale of topographic removal]. *Visnyk heodezii ta kartohrafiu* [Journal of Geodesy and Cartography]. 2007, no. 6 (51), pp. 7–15.
- Poriadok provedennia inventaryzatsii zemel, zatverdhenyi postanovoioi Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 23.05.2012 # 513* [The order of an inventory of land, approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 23.05.2012 № 513] *iz zminamy, vnesenyi zghidno z postanovoioi Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 20.02.2013 # 154* [as amended in accordance with the Cabinet of Ministers of Ukraine] of 20.02.2013, no. 154.
- Rjabchij V. A., Rjabchij V. V. *Vlihanie oshibok okruglenija koordinat uglov povorotov granic zemel'nyh uchastkov na tochnost' opredelenija ih ploshhadej* [The impact of rounding errors coordinate angle bends the boundaries of land on the accuracy of the determination of their areas]. *Inzhenerna heodeziia* [Engineering geodesy]. 2003, issue 49, pp. 193-201.
- Riabchii V. A., Riabchii V. V., Yankin O. Ye. *Vstanovlennia tochnosti vyznachennia ploshch zemelnykh dilianok pid malymi ob'ektamy nerukhomosti* [Installing the accuracy of the areas of land for small objects of real estate] *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. Zb. nauk. Prats* [Modern achievements in geodetic science and industry. Coll. Science. Works]. Lviv, 2010, Vol. II (20), pp. 204–208.
- Riabchii V. A., Riabchii V. V. *Rekonstruktsiia heodezychnykh merezh mist* [Reconstruction of geodetic networks of cities]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. Zb. nauk. Prats* [Modern achievements in geodetic science and industry. Coll. Science. Works]. Lviv, 2005, Vol. II, pp. 49–53.
- Trevoho I., Riabchii V. *Rekonstruktsiia heodezychnykh merezh velykykh mist Ukrainy* [Reconstruction of geodetic networks in big cities of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriiia Heohrafiia. Zemleustrii. Pryrodokorystuvannia* [Scientific Bulletin of the Uzhgorod University. Series Geography. Land Management. Nature]. 2014. Vol. 3, pp. 12–18.
- Craig Belle A. and Wahl Jerry L. *Cadastral Survey Accuracy Standards. Surveying and Land Information Science. 2003, Vol. 63, no. 2, pp. 87–106.*
- Section 1. Introduction and Surveyor-General's directions. *Cadastral Surveys Guidelines. Issue 6, January 2008.*
- Section 13. Survey Accuracies. *Cadastral Surveys Guidelines. Issue 3.2, July 2014.*
- Standards and Guidelines for Cadastral Surveys Using Global Positioning System Methods. United State Department of Agriculture (Forest Service) and United State Department of Interior (Bureau of Land Management). Ver. 1.0. 09.05.2001, 19 p.*