



більше ніж наполовину території сільських рад, тому можна стверджувати, що наш алгоритм дозволяє з достатньою точністю виконувати районування території.

Оскільки дана методика була апробована на території, порівняно незначній за площею, її впровадження та вдосконалення потребують подальших досліджень. Крім того, перспективним є адаптація та застосування даного алгоритму для інших видів районування чи зонування (зокрема економіко-планувального).

#### Література

1. Бачишин, Б.Д. Алгоритм природно-сільськогосподарського районування [Текст] / Б.Д. Бачишин, Л.В. Корнілов, О.М. Кібукевич, Р.Б. Шульган // Вісн. НУВГП. – 2010. – № 3. – С. 196-203.
2. Безверхнюк, Т.М. Автоматизоване агроландшафтне районування: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: спец. 05.24.04 / Тавр. нац. ун-т ім. В.І. Вернадського. – Сімф., 2001. – 19 с.
3. Корнілов, Л.В. Окремі аспекти вдосконалення природно-сільськогосподарського районування [Текст] / Л.В. Корнілов, О.М. Кібукевич, Р.Б. Шульган // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва.

– 2010. – Вип. I. – С. 300-305.

4. Коротун, І.М. Географія Рівненської області [Текст] / І.М. Коротун, Л.К. Коротун. – Рівне, 1996. – 277 с.

5. Кривококов, М.Г. Формалізація оціночного зонування міських земель з застосуванням ГІС-моделі: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.24.04 / – Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2005. – 16 с.

6. Лященко, А.А. Методологічні основи та інформаційно-технологічні моделі інфраструктури геопросторових даних міських кадастрових систем [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.24.04 / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2003. – 36 с.

7. Лященко, А.А. Наскрізні геоінформаційні технології грошової оцінки земель населених пунктів [Текст] / А.А. Лященко, О.В. Ціпенко // Інж. геод. – 2000. – Вип. 42. – С. 155-165.

8. Могильний, С. Автоматизація об'єднання оцінних районів у економіко-планувальні зони / С. Могильний, В. Шипулін, М. Кривококов // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2004. – С. 328-332.

#### Інтернет-джерело

9. *Mapinfo. Professional* / Руководство пользователя (Полное) / [grinikkos.com/.../MapInfoProfessionalUser-Guide/Руководство%20пользователя.%20MapInfo%20Professional.pdf](http://grinikkos.com/.../MapInfoProfessionalUser-Guide/Руководство%20пользователя.%20MapInfo%20Professional.pdf)

Надійшла 18.04.11

\* \* \*

УДК 528.3

С. М. Кубах, П. Г. Черняга

## ВИКОРИСТАННЯ РЕФЕРЕНЦНИХ СИСТЕМ КООРДИНАТ ПРИ ВИКОНАННІ КАДАСТРОВИХ РОБІТ

*Рассмотрены перспективы практической реализации современных концепций референчных систем координат и картографических проекций при выполнении кадастровых работ в Украине.*

*The prospects of practical implementation of modern concepts of coordinate reference systems and cartographic projections for cadastral works in Ukraine are considered.*

**Постановка проблеми.** Упродовж останнього десятиріччя фахівці, які виконують роботи з інвентаризації та межування земель, переконалися, що супутникові технології мають велике майбутнє, адже їх можна використовувати для визначення координат у ході геодезичного забезпечення кадастрових робіт. Такі технології дають змогу визначити просторове положення точок земної поверхні у прийнятих реалізаціях земної референцної системи координат ITRS/ETRS89 [5], хоча в Україні плани земельних ділянок, індексні кадастрові карти, чергові кадастрові плани, карти територіальних зон, плани землеустрою тощо виготов-

ляються в прямокутних системах координат (СК-63). Але ж просторове положення та площа ділянок земної поверхні не залежать від систем координат. Від них, а ще від картографічних проекцій залежить тільки форма картографічних зображень у вигляді проекцій цих ділянок на площині [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Геодезичні системи координат, незалежно від способу їх одержання, мають дві головні характеристики. До першої відносять принципи орієнтування координатних осей у тілі Землі та положення точки початку відліку координат. Ця характеристика за своєю суттю є декларативною. Наприклад, точка відліку початку координат має збігатися із центром мас Землі, а одна з осей повинна проходити

© С. М. Кубах, П. Г. Черняга, 2011



через полюс осі обертання Землі.

Друга характеристика визначає принципи практичної реалізації системи координат у вигляді опорних геодезичних мереж, що являють собою сукупність спеціально закріплених пунктів (станцій) на земній поверхні.

Саме технологія геодезичних вимірювань на пунктах геодезичних мереж і точність їх проведення регламентують фактичне проходження осей системи координат та реальне розташування її початку у тилі Землі. І тут важливе значення має вибір методів математичного опрацювання результатів вимірювань, що застосовуються при побудові геодезичної системи координат. Тільки поєднання усіх цих факторів визначає геодезичну систему координат. Тому побудова системи координат безпосередньо пов'язана зі створенням чи реконструкцією опорних геодезичних мереж, що є не тільки фізичним процесом формування систем координат на поверхні Землі, а й вихідними даними для її практичної реалізації [4].

Практичним упровадженням референцних систем координат є їх перетворення у плоскі прямокутні координати на основі вибраної проекції, наприклад, проекції Гаусса – Крюгера. Ці дії обов'язково потрібно розглядати окремо: референцна система координат, наприклад, УСК-2000 чи СК-42, плоскі прямокутні координати в УСК-2000 (6-ти чи 3-градусні зони проекції Гаусса – Крюгера) чи в СК-42 (6-ти чи 3-градусні зони проекції Гаусса – Крюгера), або в СК-63 (3-градусні зони на основі проекції Гаусса – Крюгера).

Найчастіше користуються комбінованими (змішаними) референцними системами координат, що об'єднують систему плоских прямокутних координат у картографічній проекції і систему висот, пов'язаних з гравітаційним полем Землі. Зараз застосовують геодезичну референцну систему координат УСК-2000 на еліпсоїді Красовського, переведену у плоскі прямокутні координати проекції Гаусса – Крюгера (6-градусні зони), і Балтійську систему нормальних висот 1977 року.

Кабінет Міністрів України доручив Укргеодезкартографії здійснити організаційно-технічні заходи, необхідні для переходу до використання системи координат УСК-2000, а до цього рекомендовано використовувати єдину систему геодезичних координат 1942 р. – СК-42 [7,8]. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів № 1259 від 22 вересня 2004 р. [8], " *...виконання топографо-геодезичних та картографічних робіт, починаючи з 1 січня 2007 р., здійснюватиметься із застосуванням Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000*". Але, незважаючи на це рішення Уряду, тодішній Державний комітет земельних ресурсів рекомендував своїм підрозділам на місцях забезпечити з 1 листопада 2007 р. організацію виконання робіт із землеустрою на території України виключно в умовній системі координат 1963 року. Лише у 2009 р. він же видав наказ [3], де у вимогах до формування структури обмінного файлу зазначалося про використання системи УСК-2000. І нарешті, у

2010 р. вийшла Постанова Кабінету Міністрів України [9], де було чітко сказано: " *Складення індексних кадастрових карт (планів), кадастрових карт (планів), кадастрових планів земельних ділянок здійснюється із застосуванням Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000*".

**Постановка завдання.** У статті пропонується розглянути перспективи практичної реалізації сучасних референцних систем координат і картографічних проекцій при кадастрових роботах в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Успішному застосуванню супутникових технологій та використанню нової референцної системи координат і прийнятих на її основі картографічних проекцій заважають дві проблеми:

1) *збереження існуючої топографо-геодезичної основи*, що вимагає коректної вставки локальних супутникових визначень у Державну геодезичну мережу. Математично ця процедура є відомою трансформацією отриманих супутниковими технологіями координат у національну / місцеву / умовну системи. Незважаючи на безліч варіантів математичних моделей трансформування та шляхів вирішення зазначеної проблеми, наразі немає чітко визначеного підходу до її практичної реалізації. Розв'язання питання ускладнюється неприпустимими деформаціями топографо-геодезичної основи;

2) *картографічні проекції не завжди забезпечують рівність між фактичними вимірами на земній поверхні та даними, обчисленими на основі плану (площинні вимірювання)*. При розширенні території для використання плоских систем координат, наприклад, при картографуванні цілісних земельно-кадастрових об'єктів (міст, районів, областей) відразу зростає різниця між значеннями параметрів, що виміряні на місцевості, та одержаних в результаті вимірювань по великомасштабному плану [6,13].

Розв'язання зазначених проблем можливе лише після переходу на національну референцну просторову прямокутну (геодезичну) систему координат та похідні від неї місцеві системи плоских прямокутних координат, про що дуже добре сказано у монографії [1]. Проте ще й сьогодні, тобто після урядового рішення 2010 р., точаться дискусії довкола питання доцільності переходу на нову координатну основу – Державну геодезичну референцну систему координат УСК-2000. І це незважаючи на те, що геодезична референцна система координат УСК-2000 вигідно відрізняється від системи координат СК-42:

- підвищеною точністю визначення взаємного положення суміжних пунктів у Державній геодезичній мережі в середньому в 10 разів;

- однаковою точністю поширення системи координат на всю територію країни;

- відсутністю регіональних деформацій Державної геодезичної мережі, які у системі координат СК-42 досягають 1-3 м [2];

- можливістю створення високоефективної системи геодезичного забезпечення на основі використання глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS).



Крім названого, Державна геодезична референсна система координат 2000 р. має інші переваги. Вона строго узгоджена із загальноземною референсною системою ITRS у її реалізації ITRF2000 на епоху 2005.0 та із загальноєвропейською землею референсною системою ETRS89, що дає можливість ефективно використовувати сучасні супутникові технології та брати безпосередню участь у європейських інтеграційних процесах [1,11].

Незважаючи на переконливі аргументи щодо ефективності застосування системи УСК-2000, все ж залишається низка питань стосовно її "спадковості", тобто чи з її введенням не відбудуться такі зміни, які б позначилися на всіх попередніх напрацюваннях.

Відомо, що положення будь-якої точки (пункту) на поверхні (або поблизу) Землі визначають координатами. Кожне положення точки описується набором координат, віднесених до певної координатної системи відліку – референсної системи координат.

Згідно із сучасними положеннями про передачу просторової інформації, кожна референсна система координат має бути представлена одним варіантом вихідних дат (datum) і однією системою координат.

Датуми бувають геодезичними, вертикальними і місцевими. *Геодезичний датум* вказує на відношення системи координат до тіла відліку – Землі та є основою для двовимірних (2D) і тривимірних (3D) референсних систем. У більшості випадків для цього вимагається визначення референс-еліпсоїда. *Вертикальний датум* передає відношення гравітаційно зв'язаних висот (ортометричних/нормальних) з поверхнею, близькою до середнього рівня моря і відомою як геоїд/квазігеоїд. *Місцевий датум* належить до такого типу датумів, які мають локальний характер і використовуються для розв'язування геодезичних задач у місцевих системах координат.

Геодезичний датум фактично задає систему геодезичних координат на поверхні еліпсоїда з криволінійними координатами, відомими як широта і довгота. Хоча початок координат визначається як місце на перетині екватора і Гринвіцького меридіана, в дійсності для задання відліку координат у класичній геодезії використовувався непрямий метод, коли для деякої точки на реальній поверхні Землі (так званого вихідного пункту) фіксуються значення широти та довготи, проводиться суміщення нормалі до поверхні вибраного референс-

еліпсоїда з прямовисною лінією у цій точці, а площину меридіана вихідного пункту встановлюють паралельно осі обертання Землі (процес орієнтування). Саме ці вихідні дані – геодезичні датуми – жорстко фіксують систему геодезичних координат відносно тіла Землі.

Прикладом геодезичного датума для відомої референсної системи СК-42 є параметри еліпсоїда Красовського та його орієнтування відносно вихідного пункту в Пулково.

Системи координат можна класифікувати за різними ознаками. Загальноприйнятими у сфері просторової інформації вважаються такі відмінності між системами: за ідентифікацією (прямокутні, еліпсоїдні, сферичні), за типом (декартові, геодезичні, плоскі, полярні, зв'язані з гравітаційним полем), за кількістю осей (тривимірні (3D), двовимірні (2D) та одновимірні (1D)).

Якщо про системи прямокутних просторових чи еліпсоїдних координат можна говорити як про однотипні системи, то про систему прямокутних координат на площині цього сказати не можна. Різноманіття систем плоских координат пов'язано з вибором математичної проекції зображення земного еліпсоїда на площині. Найбільшого поширення у світовій геодезичній практиці набула поперечна проекція Меркатора (Transverse Mercator), яка використовується у різних формах (UTM, Гаусса – Крюгера). У країнах Європейського Союзу загальнообов'язковими проекціями, крім проекції Меркатора, є також конформна конічна проекція Ламберта (LCC) та рівноазимутальна проекція Ламберта (LAEA).

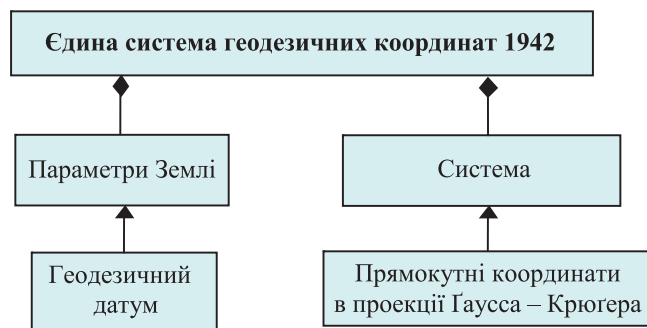
Наявність такого різноманіття систем плоских прямокутних координат спричинила появу великої кількості геодезичних систем координат, які часто базувалися на одному датумі, але різних формах навіть однієї проекції. У таблиці наведено основні параметри, якими різняться види проекції Меркатора.

Зміна одного чи кількох параметрів, наприклад, початку відліку широт, масштабу проекції чи ширини зони, приводила до відчутної зміни у значеннях самих координат, що викликало ілюзію виникнення якоїсь нової системи. Зазначене повністю стосується характеристики систем координат 1942 і 1963 років.

Для єдиної системи геодезичних координат СК-42 можемо запропонувати структурну схему, зображену на мал. 1.

#### Основні параметри проекції Меркатора

Назва	Використання	Осьовий меридіан	Початок відліку широт	Масштаб проекції	Ширина зони	Умовна ордината	Умовна абсциса
Поперечна проекція Меркатора	Різне, загально-світове	Різний	Різний	Різний	Зазвичай 6°	Різна	Різна
UTM (північна півкуля)	Загальносвітове, до 84° широти	Через 6° зі сходу на захід	Завжди 0°	Завжди 0,9996	Завжди 6°	500 000 м	0 м
Проекція Гаусса – Крюгера	Колишній СРСР, деякі країни Європи, Південна Америка	Неоднаковий у різних країнах	Зазвичай 0°	Зазвичай 1,000000	≤ 6°	Різна, але часто 500 000 м з додаванням номера зони	Різна



Мал. 1. Структурна схема системи геодезичних координат СК-42

Аналогічну структурну схему можна застосувати і до системи СК-63, оскільки її датум є абсолютним таким же, як і системи геодезичних координат СК-42. Це означає лише те, що самі вихідні геодезичні дати встановлюють систему відліку координат, але не визначають внутрішню точність геодезичної мережі. Точність взаємного положення геодезичних пунктів у мережі не залежить від місця розташування вихідного пункту та від значень вихідних геодезичних дат. Виходячи з суті референцних систем координат, це було можливим при використанні лише традиційних астрономо-геодезичних вимірювань, які виконуються на земній поверхні. Такий геодезичний датум лише частково встановлює просторове положення референцної системи в тілі Землі через взаємне положення поверхні референц-еліпсоїда і геоїда для даної території. Проте положення центра референц-еліпсоїда відносно центра мас Землі залишається невідомим без залучення додаткової інформації, наприклад, про висоти геоїда над загальноземним еліпсоїдом чи про координати певної кількості пунктів, відомих у референційній і загальноземній геоцентричній системах координат.

Виходячи з сучасної концепції референцних систем координат, можна зробити висновок, що вони відрізняються тільки своїм датумом, а зв'язок між ними встановлюється через параметри трансформації. Оскільки датум у системах СК-42 і СК-63 однаковий, то, виходить, що ці системи за своєю суттю є однаковими як системи координат на основі проекції Гаусса – Крюгера. Проте числові значення координат  $(X, Y)$  у них будуть різними через різні параметри цієї проекції.

Нехай задано плоскі прямокутні координати  $X, Y$  точки в одній із систем координат – СК-42 чи СК-63. Зв'язок між координатою  $X$  у цих системах та координатою  $x$  у проекції Гаусса – Крюгера виражається за формулами

$$X_{42} = x; \quad X_{63} = x - \Delta X,$$

де  $X$  – координата в проекції Гаусса – Крюгера;  $\Delta X$  – поправка, що відповідає деякому числовому значенню умовної координати.

Координата  $Y$  у цих системах координат складається із трьох частин – номера зони  $n$ , поправки

в координату  $y_0$ , що чисельно дорівнює ординаті осевого меридіана, та відстані  $y$  від точки до осевого меридіана зони:

$$Y = n \cdot 10^6 + y_0 + y.$$

Номер зони обчислюється за формулою  $n = [y \cdot 10^{-6}]$ , де  $[y \cdot 10^{-6}]$  – ціла частина виразу ( $y_0 = 5 \cdot 10^5$  – для 6-градусної зони СК-42 та  $y_0 = 3 \cdot 10^5$  – для 3-градусної зони СК-63).

Якби координати вищезазначених систем були лише результатом їх перетворень від геодезичної системи координат  $(B, L)$ , яка у свою чергу була б функцією результатів безпосередніх вимірювань на фізичній поверхні Землі, тоді їх можна було б вважати еквівалентними. Проте реалізація системи СК-42 проходила в плоских прямокутних координатах з використанням редуційних формул проекції Гаусса – Крюгера.

Як відомо, система СК-63 впроваджувалася шляхом перерахунку координат пунктів із СК-42 за допомогою встановлених параметрів. Коли треба було проводити згущення геодезичної мережі, то цей процес часто проходив з порушенням технології. Ці порушення виникали тому, що спосіб редукування геодезичних вимірів на площину у видозміненій проекції не обумовлений. Особливо це стосується отримання величини зближення меридіанів, а відповідно і дирекційних кутів вихідних сторін, а також масштабу проекції. Зміна зближення меридіанів викликає насправді зміну геодезичної довготи  $\Delta L$ , що у підсумку приводить до повороту осей системи координат, а значить і до появи деяких додаткових поправок  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ . Оцінити ці поправки досить складно. Додаткові зміни прямокутних координат системи СК-63 приводили до ще більшої неоднорідності опорної геодезичної мережі. У системі координат СК-42 такого додаткового зміщення не виникало.

Щоб уникнути неоднозначностей, потрібно було від вихідних координат геодезичного ходу, заданих у системі СК-63, спочатку перейти від геодезичних координат до системи СК-42, отримати для них редуційні поправки, а потім знову перейти до системи СК-63. При тогочасному рівні обчислювальної техніки здійснити такі математичні процедури було складно.

З появою супутникових навігаційних систем стали проводити GNSS-вимірювання на пунктах, координати яких були відомі в системі СК-63, і емпірично визначати параметри зв'язку (параметри трансформації координат), за допомогою яких знову отримували координати певних пунктів у цій системі. Природно, що емпіричні параметри зв'язку погіршували якість системи координат; якість даних в окремих випадках була сумнівною, до того ж емпірично визначені параметри зв'язку для кожного набору вихідних даних (точок, у яких відомі координати) будуть свої. Таким чином, згущення пунктів геодезичної мережі в системі СК-63 видається сумнівної якості.

При всій "теоретичній" еквівалентності систем



координат СК-42 та СК-63 остання, у силу зазначених причин, є більш неоднорідною.

Розглянемо тепер питання оцінювання окремих геодезичних побудов (полігона), що включалися у загальне вирівнювання мережі при реалізації системи координат СК-42. Повна середня квадратична нев'язка полігона у залежності від випадкових похибок вихідних даних та вимірювання кутів визначається за формулою [12]

$$M_f = L \sqrt{2 \cdot \left( \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} + \frac{m_s^2}{s^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \frac{n}{3} \right)},$$

де  $L$  – довжина полігона (100-200 км);  $m_\alpha$  – СКП азимута вихідної сторони (азимут Лапласа оцінюється в 1,4");  $m_s/S$  – середня квадратична відносна похибка вихідної сторони ( $\pm 1:300\ 000$ );  $m_\beta$  – СКП вимірювання кутів у триангуляції 1 класу ( $\pm 0,7''$ );  $n=8$  – кількість великих трикутників, що входять у прямокутний рівносторонній полігон.

У цьому випадку в полігоні геодезичної мережі можна очікувати нев'язки, що дорівнює у середньому 2,7 м, а для геодезичного чотирикутника  $100 \times 100$  км – "теоретичну" похибку до 70 см.

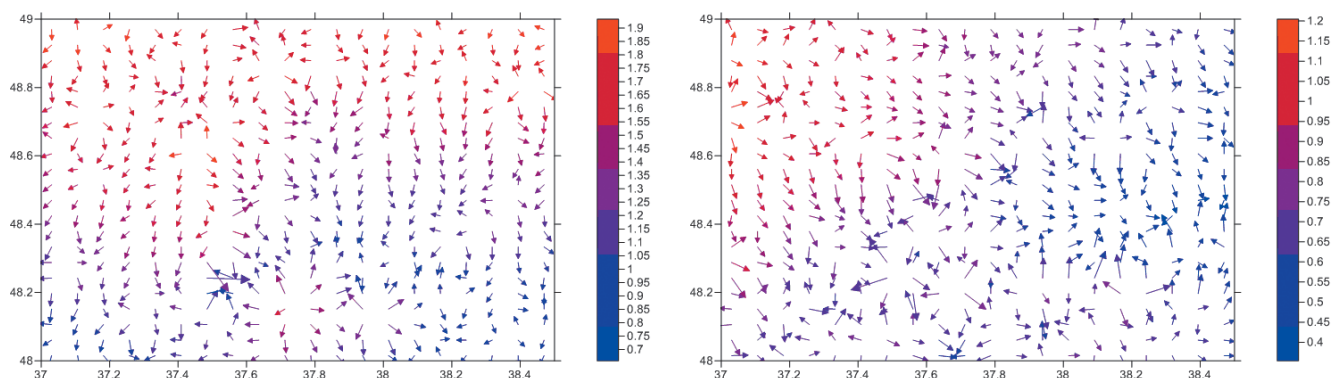
Ми використали результати порівняння координат референцних систем УСК-2000 та СК-42 у вигляді різниць геодезичних координат  $\Delta B, \Delta L$ , отриманих Науково-дослідним інститутом геодезії і картографії на прямокутній сітці (гріді) з роздільною здатністю  $15'' \times 15''$ . З усього масиву даних було відібрано відомості про ділянку на території України, обмежену  $1^\circ$  за широтою ( $48^\circ \times 49^\circ$ ) та  $1,5^\circ$  за довготою ( $37^\circ \times 38,5^\circ$ ), що становить трохи більше ніж  $100 \times 100$  км (мал. 2). Оскільки референцні системи УСК-2000 та СК-42 базуються на одному еліпсоїді (Красовського), то для зручності передачі та аналізу різниці геодезичних координат були перетворені у різниці плоских прямокутних координат.

Як видно з мал. 2, максимальні значення реальної зміни координат для обраної ділянки можуть сягати 80 см для  $\Delta x$  та 120 см для  $\Delta y$ , що вказує на можливі серйозні похибки при координуванні окремих об'єктів навіть у рамках порівняно невеликої ділянки території України. При застосуванні у даному випадку 7-параметричного трансформування фактично зберігатиметься геометрія супутникової мережі, а існуючі деформації класичної геодезичної мережі приведуть до розходження в координатах. Для вибраної для експерименту ділянки стандартні відхилення для  $\Delta x$  та  $\Delta y$  становили відповідно 17 см і 30 см, що вказує на можливі залишкові похибки після проведеного трансформування за Гельмертом.

Таким чином, у процесі проведення геодезичних робіт в існуючій референцній системі СК-42 взаємне трансформування координат пунктів супутникових та наземних геодезичних мереж проводять, як правило, з використанням опублікованих чи визначених єдиних глобальних параметрів трансформування Гельмерта.

Проте такий підхід не задовольняє вимоги практики, оскільки застосування єдиних параметрів зв'язку передбачає знання абсолютних координат пунктів у земних референцних системах ITRS/ETRS89. А саме визначення координат з похибкою менше 5-10 см засобами супутникових технологій у нашій країні лишається проблемою. Для її розв'язання щоразу проводять додаткові роботи з прив'язування нових побудов до станцій IGS/EPN чи станцій Української перманентної мережі, а кількість цих станцій та їх розподіл по території зараз ще недостатні. Тому більшість локальних супутникових визначень фактично отримують у деякій зміщеній загальноземній системі методом грубого прив'язування до референцних систем ITRS/ETRS89, що призводить до похибок координатних визначень на рівні 1-3 м при використанні глобальних параметрів трансформування координат.

При регулярному незалежному визначенні параметрів трансформування координат для кожної локальної мережі можна вийти на рівень точності у 20-30 см, але далеко не всі виконавці можуть проводити такі визначення. Для адекватного врахування зазначених розходжень або повної узгодженості супутникових трансформованих координат із каталоговими



Мал. 2. Розподіл різниць плоских координат  $\Delta x = X_{\text{УСК2000}} - X_{\text{СК-42}}$  (зліва) та  $\Delta y = Y_{\text{УСК2000}} - Y_{\text{СК-42}}$  (справа) для окремої ділянки території України



координатами у класичних системах найімовірнішим є застосування (крім трансформації Гельмерта) методу трансформаційного поля, але це значно ускладнює процес отримання остаточних координат. Контролювати цей процес наразі практично неможливо. До наведених вище оцінок потрібно ставитися як до найбільш оптимістичних, бо тут ще не враховані можливі втрати точності при використанні як опорних тих пунктів геодезичної мережі системи СК-63, які були отримані в результаті згущення мережі.

**Висновки.** Незалежно від технології координатних визначень і високих критеріїв виконання геодезичних робіт всі практичні реалізації, які базуються на існуючій референційній системі СК-42, можуть забезпечити реальну точність абсолютного визначення координат конкретного об'єкта на території України на рівні 1-3 м. Це той рівень точності, на який відрізняється референційна система СК-42 від УСК-2000. Проте навіть для досягнення такої точності необхідно докласти немало зусиль. Тому автори даного дослідження підтверджують висновок науковців (див. монографію [1]) про невідкладність переходу в усіх роботах, пов'язаних із координатним забезпеченням, на застосування референційної системи координат УСК-2000 у вигляді геодезичних координат *B, L, H*. Щодо подання цих координат у картографічній проекції у вигляді *x, y*, то, на нашу думку, це можуть бути місцеві системи координат на рівні окремих суб'єктів господарювання (адміністративні одиниці, кадастрові зони, квартали тощо). При цьому допустиме застосування будь-яких параметрів вибраних проекцій, які були покладені в основу системи координат СК-63. Застереження стосуватимуться лише тих геодезичних робіт, які спрямовані на згущення геодезичної мережі у координатах "модифікованих" проекцій (редукційні формули). Ймовірно розбіжності у координатах будуть на тому самому рівні, на якому наразі виконуються всі геодезичні роботи, особливо у сфері кадастру.

#### Література

1. Барановський, В.Д. Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру. Системи координат і картографічні проекції [Текст] / В.Д. Барановський, Ю.О. Карпінський, О.В. Кучер, А.А. Лященко; за заг. ред. Ю.О. Карпінського. – К.: НДІГК, 2009. – 96 с.: іл. (Сер. "Геодезія, картографія, кадастр").
2. Бондар, А.Л. Стан та основні напрямки розвитку Державної геодезичної мережі України [Текст] / А.Л. Бондар, І.М. Заєць, О.В. Кучер // Вісн. геодез. та картогр. – 2001. – № 3. – С. 17-23.
3. Вимоги до структури, змісту та формату оформлення результатів робіт із землеустрою в електронному вигляді (обмінного файла) [Текст]: наказ Держ. ком. Укр. із зем. ресурсів від 02.11.2009 р. № 573.
4. Герасимов, А.П. Уравнение государственной геодезической сети / А.П. Герасимов. – М.: Картгеодезцентр – Геодезиздат, 1996. – 216 с.
5. Гофманн-Велленгоф, Б. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика [Текст] / Б. Гофманн-Велленгоф, Р. Ліхтенеггер, Д. Коллінз; пер. з англ.; під ред. Я.С. Яцківа. – К.: Наук. думка. – 1995. – 380 с.
6. Кубах, С. Вплив стану геодезичної основи на точність визначення геометричних параметрів земельних ділянок [Текст] / С. Кубах // Геодез., картогр. і аерофотознім. – 2010. – № 73. – С. 14-21.
7. Основні положення створення Державної геодезичної мережі України: Пост. КМУ від 8 червня 1998 р. № 844 // Збір. законодав. Укр. Сер. 1. Пост. та розпор. КМУ. – 1998. – № 9. – 416 с.
8. Про деякі питання застосування геодезичної системи координат: Пост. КМУ від 22 вер. 2004 р. № 1259.
9. Про ідентифікацію об'єктів нерухомого майна для державної реєстрації прав на них: Пост. КМУ від 8 грудня 2010 р. № 1117.
10. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95). ГКИНП (ГНТА)-06-278-04. – М.: ЦНИИГАиК, 2004. – 89 с.
11. Савчук, С.Г. Оцінка сучасного стану використання референційних систем координат в Україні [Текст] / С.Г. Савчук // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Л.: Вид-во Львів. політехніки. – 2008. – Вип. I. – С. 61-69.
12. Татевян, А.Ш. Об оценке точности элементов построения астрономо-геодезической сети с учетом ошибок исходных данных [Текст] / А.Ш. Татевян // Геодез. и картогр. – 1963. – № 11. – С. 9-21.
13. Угаров, С. Об учете свойств картографических проекций при создании индексно-кадастровых карт [Текст] / С. Угаров, С. Єфимов, Г. Казакова // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Л.: Вид-во Львів. політехніки. – 2009. – Вип. II. – С. 99-106.

Надійшла 25.03.11