



КАДАСТР І МОНІТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

УДК 528.4

М.В.Ковальов, ст. викл. кафедри інженерної геодезії
Київський національний університет будівництва і архітектури
Є.В.Кривов'яз, канд. екон. наук, ст. викл. кафедри геодезії та
картографії Національний університет біоресурсів і
природокористування України

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ВИБОРУ КАРТОГРАФІЧНИХ ПРОЕКЦІЙ ДЛЯ ВЕДЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

Обґрунтування та вибір математичної основи, структури системи координат і картографічної проекції для накопичення геопросторових даних повинні відповідати сучасним вимогам держави щодо точності створення карт земельно-кадастрового покриття як для окремої земельної ділянки, так і для значних територій. Завдання з пошуку оптимальних проекцій завжди є пріоритетною для теорії та практики ведення Державного земельного кадастру

Ключові слова: картографічні проекції, земельний кадастр, геопросторові дані, оптимізація.

Постановка проблеми. Масштабність земельної реформи в Україні потребує актуальної, достовірної та різноманітної інформації про стан земельного фонду держави. Реалізація та насиченість такого інформаційного забезпечення здійснюється шляхом ведення земельного кадастру, який являє собою сукупність обов'язкових відомостей та документів про природний, господарський та правовий режим земель, їх розподіл серед землевласників і землекористувачів. Створення і ведення земельного кадастру потребує розв'язання проблем, пов'язаних з отриманням та використанням просторових даних про земельні ділянки.

До сфери інтересів земельного кадастру належать питання систематизації та реєстрації земельних ділянок й об'єктів нерухомості, землеустрою, інвентаризації об'єктів містобудівної діяльності, здійснення економічної, екологічної та грошової оцінки земель, моніторингу стану земель, земельного контролю та контролю за станом навколишнього природного середовища. Просторові дані, якими потрібно оперувати в питаннях земельного кадастру, за структурою, змістом і точністю представлення мають бути відповідні конкретним цілям і завданням, які забезпечуються кадастровими роботами. Інформаційна основа земельного кадастру створюється в процесі виконання кадастрових зйомок та інвентаризації земель. Результатом такої роботи є створення картографічного

матеріалу – кадастрової карти. Вочевидь, що концепція змісту кадастрової карти повинна бути спрямована на розв'язання завдань у сфері земельного кадастру, більшою мірою відображати земельно-кадастрову специфіку, та мінімалізацію ступеня топографо-геодезичної основи, покликану лише забезпечувати наочність місцеположення об'єктів земельного кадастру з прив'язкою до об'єктів місцевості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема одержання, подання та використання просторових даних про земельні ділянки у веденні земельного кадастру набувала актуальності з огляду на створення єдиного інформаційного середовища в структурі автоматизованої системи земельного кадастру (АС ЗК). Картографічною компонентою інформаційної основи земельного кадастру є кадастрова карта, яку використовують як інструмент управління земельними ресурсами. Аналізуючи останні наукові дослідження і публікації щодо здійснення та забезпечення процесу кадастрового картографування, варто відмітити роботи таких провідних вітчизняних вчених і фахівців, як В.Д. Барановський, А.С. Даниленко, Ю.О. Карпінський, М.Н. Калюжний, В.В. Кулініч, О.В. Кучер, М.Г. Лихогруд, А.А. Лященко, П. Г Черняга та ін. Нині людством накопичено значний досвід застосування картографічних проекцій для створення карт різного призначення. Класичні питання вибору картографічної проекції докладно розкрито у навчальному посібнику Д.В. Граур [5], атласі для вибору картографічних проекцій Г.А. Гінзбурга і Т.Д. Салманова [4]. Більш сучасні дослідження виконані В.П. Подшиваловим [9; 10] і групою авторів із Науково-дослідного інституту геодезії і картографії [1;2;7].

Вибір картографічної проекції для будь-якої карти доволі складне завдання, яке не має однозначного розв'язку. Створення спеціальних кадастрових карт дасть змогу на якіснішому рівні підійти до вирішення проблем управління станом, використанням й охороною земель.

Постановка завдання. Метою публікації є аналіз й обговорення питання вибору картографічних проекцій для оптимізації процесу накопичення і використання геопросторових даних у веденні земельного кадастру.

Виклад основного матеріалу. Для управління ринком землі, підвищення ефективності використання земельних ресурсів, дослідження динаміки кількісних і якісних змін земельного фонду в Україні виникла потреба у впровадженні та веденні автоматизованої системи земельного кадастру. Актуальні завдання держави у сфері державного управління та контролю за раціональним використанням й охороною земель потребують виконання топографо-геодезичних і земельно-кадастрових знімань величезної кількості земельних ділянок з метою формування бази геопросторових даних у складі автоматизованої системи земельного кадастру. Інформаційна основа земельного кадастру створюється в результаті виконання робіт з інвентаризації земель і кадастрових зйомок. Ці роботи охоплюють величезні території: населені пункти, райони, області.

Межування і кадастрові зйомки є головним джерелом надходження просторових даних, які являють собою зміст земельного кадастру. Просторові дані за змістом, структурою і точністю представлення повинні відповідати вимогам, які впливають з конкретних цілей і завдань земельного кадастру. Для створення системи реєстрації прав власності на землю, їх ефективного захисту, здійснення державного моніторингу за використанням й охороною земель необхідним є виконання робіт з визначення меж адміністративно-територіальних утворень, розмежування земель різних форм власності,

встановлення меж земельних ділянок особливого використання (природо-заповідного призначення, лісового фонду, водоохоронних зон і прибережних захисних смуг тощо), результатами яких є створення земельно-кадастрових карт.

Топографо-геодезичні та картографічні роботи у сфері землеустрою та кадастру мають певну специфіку, що позначається на методах їх виконання, складі та формі подання даних. Основним фактором, що визначає всі параметри земельно-кадастрових зйомок, є вимоги до точності та детальності відображення кадастрових об'єктів. Вимоги щодо точності виконання земельно-кадастрових знімків зазначені в «Положенні про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів», затверджену наказом Держкомзему № 85 від 26 серпня 1997 року. Ці вимоги зумовлені цільовим призначенням, якістю земель і максимальними можливостями відображення в плані облікової одиниці площі. Такими обліковими одиницями мають бути:

- у містах загальнодержавного й обласного підпорядкування – 1 м^2 (0,0001 га);
- для ділянок садово-городніх товариств – $2,5 \text{ м}^2$ (0,00025 га);
- у містах районного підпорядкування і селищах – 15 м^2 (0,0015 га);
- у селах – 100 м^2 (0,010 га).

На підставі викладеного рекомендовано такі масштаби створення земельно-кадастрових карт (планів):

- у містах загальнодержавного й обласного підпорядкування – не дрібніше 1:500;
- у містах районного підпорядкування і селищах – не дрібніше 1:1000;
- у селах – 1:2000.

Для забезпечення потрібної точності відображення облікової одиниці площі похибка (гранична) точок знімального обґрунтування і межових знаків відносно найближчих пунктів державної геодезичної сітки не повинна перевищувати:

- у містах загальнодержавного й обласного підпорядкування – 10 см;
- у містах районного підпорядкування, у селищах – 20 см;
- у селах – 40 см.

Помилка взаємного положення суміжних точок межі не повинна перевищувати 0,1 мм у масштабі плану.

Аналізуючи допуски точності визначення площ територій і положення точок поворотів меж у земельному кадастрі, можна дійти висновку, що ці основні технічні характеристики є надто узагальненими. Вони не відображають ні функціонального призначення земельних ділянок, ні їх розміщення, ні їх ринкової вартості. У визначенні цих показників не береться до уваги також те, що нині змінилися технології виконання геодезичних робіт, що пов'язано із широким застосуванням сучасних електронних геодезичних приладів та супутникових технологій визначення положення точок земної поверхні. Їх можливості спонукають переглянути підходи до формування критеріїв вимірювальних робіт під час виконання земельно-кадастрових зйомок.

Для автоматизованої інформаційної системи земельного кадастру, оснований на використанні тієї чи іншої ГІС, об'єктом слугує цифрова кадастрова карта. Для цифрової карти, на відміну від паперових носіїв, масштаб вже не є утворювальним фактором у визначенні характеристик точності та детальності відображення об'єктів. Він стає показником, що регламентує зміст і ступінь узагальнення зображуваних об'єктів.

Кадастрова карта як картографічна компонента інформаційної основи системи земельного кадастру, призначена для наочного відображення результатів визначення

місцеположення земельних ділянок, їх меж і площі, є інструментом управління земельними ресурсами. Всі об'єкти, представлені на кадастровій карті, мають просторову прив'язку; їх положення визначається в певній системі координат. Для кадастрових зйомок може бути використана як державна, так і місцева система координат, для якої потрібно визначати параметри переходу до державної системи координат. В Україні до останнього часу в кадастрових зніманнях застосовували система координат СК-63, запроваджену для території СРСР загалом з усіма особливостями її форми, розмірів і розміщення на земній поверхні. Вона не відображає особливостей території сучасної України та системи ведення кадастрових робіт, що склалася в державі за роки незалежності. Ці обставини та масштабність земельної реформи в країні визначають актуальність проблеми дослідження та вироблення рекомендацій щодо вибору картографічних проекцій та систем координат для земельно-кадастрових робіт і землеустрою.

Вибір картографічної проекції та рекомендацій щодо її застосування докладно розглянуто у працях, за якими вже традиційно вирішуються ці питання: навчальний посібник Д.В. Граур [5], атлас для вибору картографічних проекцій Г.А. Гінзбурга та Т.Д. Салманова [4]. Більш сучасні дослідження виконано В.П. Подшиваловим [9, 10]. Нині в Україні питанням пошуку та досліджень оптимальних картографічних проекцій розв'язують провідні вчені під егідою Науково-дослідного інституту геодезії і картографії [1; 2; 7] - В.Д. Барановський, Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко та ін.

На вибір проекцій впливає багато чинників, які можна згрупувати так:

- географічні особливості території картографування (положення, форма, розміри, конфігурація);
- характеристики створюваної карти (призначення, масштаб, тематика);
- умови та способи використання карти (коло завдань, які вирішують за допомогою карти);
- особливості самої проекції (величина спотворень, їх розподіл по території об'єкта, складність врахування, форма картографічної сітки, кривина ліній та ін.).

Перші три групи факторів є первинними; вони задають й обґрунтовують вибір проекції. Четверта група факторів, які, власне, характеризують проекцію, залежить від зробленого вибору та слугує для його оцінювання.

У виборі проекції важливо визначити значущість кожного з факторів. Співвідношення між ними можуть бути різними, тому можливі будь-які комбінації та, як наслідок, різні варіанти проекцій.

Концепція створення кадастрової карти повинна бути спрямована на розв'язання конкретних завдань земельного кадастру. Більшою мірою в ній відображають земельно-кадастрову специфіку та лише за потреби мінімально, для візуального орієнтування щодо положення кадастрових об'єктів представляють топографічну основу місцевості. Об'єктами спеціального змісту земельно-кадастрових карт мають бути:

- земельні ділянки, їх межі;
- одиниці кадастрового зонування (кадастрові квартали, масиви, зони);
- об'єкти адміністративно-територіального поділу (населені пункти, райони, області);
- межі функціональних зон (водоохоронних, санітарного захисту, заповідних та ін.).

Під час інвентаризації окремих земельних ділянок часто не дотримуються топологічності узгодження їх меж у процесі складання у кадастрові квартали, зони тощо.

Для належного виконання цього виду земельно-кадастрових робіт потрібно організувати інвентаризацію адміністративно-територіального устрою (області, району, міста), відтак проводити подальшу систематизацію земельно-кадастрових даних. Відповідно до адміністративно-територіального принципу організації системи ведення земельного кадастру, згідно з яким території Автономної Республіки Крим та усіх областей розглядаються як окремі об'єкти кадастрового картографування, кожен з яких потрібно картографувати одним масивом, пропонується спрямувати дослідження для вибору картографічних проекцій для земельного кадастру в умовах території України саме в цьому напрямку.

Основна умова успішного складання земельного кадастру – домогтися мінімальних спотворень площ земельних ділянок. Важливим є також застосування такої системи координат, яка поширювалася б на всю територію виконання кадастрових робіт. Система координат, яку нині застосовують для кадастрового обліку, створена на базі поперечно-циліндричної проекції Гаусса–Крюгера, за своєю точністю є не зовсім задовільною та суперечить сучасним тенденціям, згідно з якими ускладнення математичного апарату створення проекції не впливає на швидкість опрацювання даних. Створюючи нові системи координат, потрібно розглядати всі можливі варіанти використання проекцій, оскільки в першу чергу треба брати до уваги питання оптимальності, точності та взаємозв'язку.

Проблема вибору картографічних проекцій та систем координат для кадастрового картографування полягає в необхідності одночасного досягнення рівності між фактичними вимірами на земній поверхні та значеннями, обчислюваними на планах, та накопичення і сумісного використання геопросторових даних про земельні ділянки на значній території, що потребує врахування кривини Землі. Перетворення координат із локальної (місцевої) прямокутної системи в іншу, створену на основі однієї з загальновідомих картографічних проекцій (Гаусса–Крюгера, UTM тощо), для великих об'єктів, особливо на краях зон, призводить до методичних похибок трансформування, які перевищують точність сучасних GPS-вимірювань або класичних геодезичних побудов.

У виборі картографічних проекцій простежується основна теза – важливо брати до уваги характер і максимальні величини спотворень в межах зображуваної області, а вони залежать від призначення і змісту карти. Для різних умов слід порівнювати різні види проекцій й обрати найбільш доцільну, в якій характер спотворень перебуває в межах трьох відомих градацій: рівновеликі, рівнопроміжні, рівнокутні. Відомі також випадки, коли не можна обмежуватися використанням проекцій поширених класів, натомість доводиться порівнювати проекції, різноманітні за характером спотворень. В деяких випадках виявляється, що жодна з раніше відомих проекцій не може дати достатньо зваженого рішення, отже, постає потреба видозмінити одну з відомих проекцій або знайти цілком нову, найбільш відповідну сукупності висунутих вимог.

У теорії математичної картографії питання вибору найкращих конформних проекцій (теорема академіка П.Л. Чебишева, строге доведення академіка Д.А. Граве, практична реалізація проф. Н.А. Урмаєва [3]) досить добре вивчене. Але розробка теорії і способів отримання найкращих рівновеликих і довільних за характером спотворень проекцій перебуває в початковій стадії. Тому загальне питання розробки проекцій, що оптимально задовольняють всім вимогам до математичної основи карт певного призначення і територіального охоплення, потребує подальшого вивчення.

Висновки. Проведення земельної реформи потребує належного інформаційного забезпечення, тобто наявності достовірної й актуальної інформації про земельний фонд держави. Таке інформаційне забезпечення реалізується шляхом створення державного земельного кадастру. Застосування системного підходу до організації інвентаризації земель для ведення державного земельного кадастру, виконання на високотехнологічному рівні топографічних і земельно-кадастрових знімань із використанням супутникових навігаційних систем потребує обґрунтування і вибору математичної основи та структури системи координат і картографічної проекції для накопичення геопросторових даних, відповідних сучасним вимогам щодо точності створення карт земельно-кадастрового покриття як для окремої земельної ділянки, так і для значних територій (населених пунктів, районів, областей, держави), а також цілям та завданням земельного кадастру та управління земельними ресурсами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барановський В.Д. Системи координат та картографічні проекції / Ю.О. Карпінський, А.А.Лященко, В.Д.Барановський // Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру. – К.: 2009. – 95 с.
2. Барановський В.Д. Пошуки оптимальних картографічних проекцій для великомасштабного картографування України / В.Д.Барановський // Вісник геодезії і картографії. – 2004. – №3. – 24 – 29 с.
3. Бугаевский, Л. М. Картографические проекции. / Л.М. Бугаевский, Л.А. Вахрамеева. – М.: Недра, 1992. – 293 с.
4. Гинзбург Г.А. Атлас для выбора картографических проекций / Г.А. Гинзбург, Т.Д. Салманова // Труды ЦНИИГАиК. – М.: 1957. – Вып. 110. – 239 с.
5. Граур А.В. Математическая картография. / А.В.Граур. – Ленинград: изд-во Ленинградского ун-та, 1956. – 372 с.
6. Земельний кодекс України // Відомості Верховної Ради України, 2002. - № 3-4, 27 с.
7. Карпінський Ю.О. Дослідження картографічних проекцій геопросторових даних для об'єктів земельного кадастру / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Т.В. Щербина // Вісник геодезії і картографії. – К., 2003. – №2. – С.41-47.
8. Кубах С.М. Принципи встановлення та практика використання картографічних проекцій для математичного відображення кадастрових знімань / С.М. Кубах // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Львів, 2011. – Вип. 75. – С.10 – 16.
9. Подшивалов В.П. Координатная среда для геоинформационных систем / В.П. Подшивалов // Геодезия и картография. – М.: 1997. – № 6. – С.51 – 55.
10. Подшивалов В.П. Теоретические основы формирования координатной основы для геоинформационных систем. / В. П.Подшивалов. – Новополюк: 1998. – 125 с.
11. Савчук С.Г. Деякі питання геодезичного забезпечення кадастрових робіт / С.Г. Савчук, А.В. Задемленюк // Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування – європейський досвід. – Чернігів, 2008. – Вип. 4. – С.58 – 61.
12. Черняга П.Г. Переваги та недоліки різних систем координат та геодезичних проекцій під час ведення земельного кадастру / П.Г.Черняга, С.М.Кубах // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів, 2010. – Вип. II (20). – С.62 – 66.

REFERENCES

1. Baranovskyi, V.D., & Karpinskyi, Yu. O., & Liashchenko, A.A. (2009). *Systemy koordynat ta kartografichni proektsii. Topografo-geodezichne ta kartografichne zabezpechennia vedennia derzhavnogo zemelnogo kadastru* [Coordinate systems and cartographic projections / Topographic, geodetic and cartographic supply of the State Land Cadastre]. – Kyiv [in Ukrainian].
2. Baranovskyi, V.D. (2004). *Poshuky optymalnykh kartografichnykh proektsyi dlia velykomasshtabnogo kartografuvannia Ukrainy* [Search of optimal cartographic projections for large-scale mapping Ukraine]. *Visnyk geodezii i kartografii – Visnyk of geodesy and cartography*, 3, 40 - 46 [in Ukrainian].
3. Bugaevckiy, L.M., & Vakhrameeva, L.A. (1992). *Kartograficheskie proektsii* [Cartographic projections]. Moskva: Nedra [in Russian].
4. Ginzburg, G.A. (1957). *Atlas dlia vubora kartograficheskikh proekzyi* [Atlas to choose cartographic projections]. *Trudy TsNIIGAiK – Processing of CSRIGAK*, 110, [in Russian].
5. Graur, A.V. (1956). *Matematicheskaia kartografiia* [Mathematic cartography]. Leningrad: Leningradskiy universitet [in Russian].
6. *Zemelnyi kodeks Ukrainy* [Land Codex of Ukraine]. (2002). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy – Bulletin of Verkhovna Rada of Ukraine*. Kyiv: Parlam. vyd-vo, 3 – 4 [in Ukrainian].
7. Karpinskyi, Yu. O., & Liashchenko, A.A., & Shcherbina, T.V. (2003). *Doslidzhennia kartografichnykh proektsyi geoprostorovykh danykh dlia ob'ektiv zemelnogo kadastru*. [Study of cartographic projections of geospatial data for purpose of land cadastre]. *Visnyk geodezii i kartografii – Visnyk of geodesy and cartography*, 2, 41 – 47 [in Ukrainian].
8. Kubakh, S.M. (2011). *Pryntsypy vstanovlennia ta praktyka bykorystannia kartografichnykh proektsyi dlia matematychnogo vidobrazhennia kadastrykh zniman* [Principles of detection and practice of cartographic projections use for mathematical visualization of cadastral works]. *Geodeziia, kartografiia i aerofotoznimannia – Geodesy, cartography and aerophoto*, 75, 10 – 16 [in Ukrainian].
9. Podshivalov, V.P. (1997). *Koordinatnaia sreda dliageoinformatsionnykh sistem* [Coordinate environment for geoinformation systems]. *Geodeziia i kartografiia – Geodesy and cartography*, 6, 51 – 55 [in Russian].
10. Podshivalov, V.P. (1998). *Teoreticheskie osnovy formirovaniia koordinatnoi osnovy dlia geoinformatsionnykh sistem* [Theoretical base of formation of coordinate framework for geoinformation systems]. Novopolotsk [in Russian].
11. Savchuk, S.G., & Zademleniuk, A.V. (2008). *Deiaki pytannia geodezychnogo zabezpechennia kadastrykh robit* [Some issues of geodetic supply of cadastral works]. *Novitni dosiagnennia geodezii, geoinformatyky ta zemlevporiadkuvannia – Modern achievements of geodesy, geoinformatics and land management – European experience*, 4, 58 – 61 [in Ukrainian].
12. Cherniaga, P.G., & Kubakh, C.M. (2010). *Perevagy ta nedoliky riznykh system koordynat ta geodezychnykh proektsyi pid chas vedennia zemelnogo kadastru* [Advantages and disadvantages of different coordinate systems and geodetic projections for land cadastre]. *Suchasni dosiagnennia geodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Modern achievements of geodetic science and practice*. Lviv, 2nd ed., 62 – 66 [in Ukrainian].

Н.В. Ковалев, Е.В. Кривовяз

**АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ВЫБОРА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ
ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА**

Обоснование и выбор математической основы, структуры системы координат и картографической проекции для накопления геопространственных данных должны соответствовать современным требованиям государства касательно точности создания карт земельно-кадастрового покрытия как для отдельного земельного участка, так и для значительных территорий. Задача поиска оптимальных проекций всегда была приоритетной для теории и практики ведения Государственного земельного кадастра.

Ключевые слова: картографические проекции, земельный кадастр, геопространственные данные, оптимизация.

M.V. Kovalov, E.V. Kryvoviaz

**ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF CHOICE OF MAP PROJECTIONS
FOR LAND CADASTRE**

Substantiation and choice of the mathematical basis, the structure of the coordinate system and map projections for the accumulation of geospatial data shall comply with the current requirements of the state for the creation accuracy of land cadastre map cover as for individual land parcel as well as for large areas. The problem of choice map projection and coordinate system for cadastral mapping is the need for simultaneous equality between actual measurements on the Earth's surface and the values calculated on the maps and to ensure the accumulation and sharing of geospatial data over large land areas that require consideration of the Earth's curvature. When choosing a map projection, it is important to consider the nature and value of the maximum distortion within the area that is represented, and they are determined depending on the purpose and content of a map. Taking into account the task of land cadastre, it can be established that the basic condition is to ensure minimum distortion of land area. Also, it is important to establish a system of coordinates, which extends to the entire territory of cadastral works. The problem of finding optimal projection is always a priority for the theory and practice of the State Land Cadastre.

Keywords: map projections, land cadastre, geospatial data, optimization.

Надійшла до редакції

07.09.2014.