

## Компаративні методи картографічної оцінки урбанізованості територій та зонінгу населених пунктів

В. Мельник<sup>1</sup>, О. Верешко<sup>2\*</sup>, Л. Вакулюк<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

<sup>2</sup> Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

\*Corresponding author. E-mail: oleg\_lutsk@rambler.ru

Paper received 05.11.15; Accepted for publication 20.11.15.

**Анотація.** В статті розглянуті питання отримання картографічних проекцій циліндричної групи змінно-масштабної метрики та варівалентного типів. Змінно-масштабні проекції доцільно застосовувати при потребі підвищеного показу домінуючих соціально-економічних факторів, показників тощо. В математичних моделях варівалентних проекцій в якості аргументів, окрім географічних координат, вводяться додаткові показники, якими більш чітко відображається поширення картографованих явищ, наприклад, екологічних ситуацій, стан урбанізованості територій та ін. При розв'язанні проблем зонінгу населених пунктів часто використовуються, крім традиційних карт, анаморфовані. Такі карти характеризуються незвичною топологією, а їх побудова є нетривіальною задачею. Відповідно, в статті розглянута теорія і практика отримання таких карт.

**Ключові слова:** урбанізовані території, зонінг населених пунктів, псевдоциліндрична проекція змінно-масштабної метрики циліндрична варівалентна проекція, анаморфовані карти

**Вступ.** В сучасних умовах виникає необхідність у модифікації традиційного картографічного забезпечення містобудівних потреб, оптимізації інфраструктури, раціонального розміщення продуктивних сил тощо [1, 2]. Особливо це стосується тотального застосування геоінформаційних технологій [3]. В контексті останнього, застосування класичних картографічних проекцій Гаусса-Крюгера та УТМ мають певні обмеження, оскільки не дозволяють варіювати питаннями урбанізованості територій. Внаслідок цього виникає потреба розробки новітніх методів, до яких відносяться псевдоциліндричні картографічні проекції змінно-масштабної метрики, циліндричні варівалентні проекції та проекції анаморфованих карт [4, 5, 6, 7].

При створенні ряду тематичних карт, перш за все соціально-економічних, традиційні проекції не завжди забезпечують умови для кращого відображення досліджуваних явищ [8]. Можливими варіантами розв'язку цих проблем є пошук так званих найкращих картографічних проекцій. На сьогодні відомі два напрямки отримання найкращих проекцій [9]. Основою першого є теорема Чебишева, за якою визначаються проекції, в яких в межах картографованої області максимум модуля логарифму масштабу повинен приймати мінімальні значення. Другий напрямок передбачає одержання і оцінку спотворень проекцій як в окремих точках, так і по всій області. При цьому використовують критерій оцінок переваг проекцій, запропонованих Ейрі, Йорданом, В. Каврайським, Г. Конусовою та іншими, достатньо повно описаними в літературі [5]. таким чином можна визначати проекції, що відносяться як до мінімаксного типу, так і до варіаційного.

Але в картографічній практиці частіше мають місце випадки, коли визначальним фактором вибору і використання проекцій є не величина спотворень та характер їх розподілу, а інші фактори або їх сукупність [6, 8]. Відповідно до цього найкращі проекції можуть бути двох типів: проекції, що забезпечують мінімум спотворень і кращий їх розподіл за критеріями мінімаксного або варіаційного типів; проекції, що забезпечують оптимальну відповідність вимогам згідно з призначенням створюваної карти [10, 11].

В загальному змісті ідеальними можна назвати проекції, в яких забезпечується оптимальне виконання вимог до картографічних проекцій згідно призначення карт і на конкретній території. Проте картографічних проекцій, однаково придатних для всіх випадків практики просто не існує. Їх потрібно отримувати для кожного конкретного завдання. Отримувати картографічні проекції спеціального призначення можна без строгого дотримання окреслених умов.

Відображення концентрованого змісту на малій площі карти при використанні традиційних проекцій досить затруднене [6]. Застосування спеціальних змінно-масштабних та варівалентних проекцій, основною перевагою яких є зображення заданих ділянок території в більш крупному масштабі, ніж головний масштаб усієї створюваної карти, є одним з рішень вказаної проблеми.

На сьогодні дуже важливим є питання картографічної оцінки урбанізованості територій та зонінгу населених пунктів [1]. Крім можливого застосування картографічних проекцій змінно-масштабної метрики, досить ефективним є картографічне відображення анаморфованими картами [12].

Метою даного дослідження є обґрунтування вибору картографічних проекцій змінно-масштабної метрики і варівалентних типів для регіонального тематичного картографування, зокрема оцінки урбанізованості територій, а також алгоритмізація анаморфованого відображення зонінгу населених пунктів.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** В сучасній вітчизняній геодезичній літературі спостерігається незначна кількість публікацій з математичної картографії, однак слід відмітити такі дослідження. Обґрунтуванню вибору оптимальних проекцій при кадастровому картографуванні присвячена робота [4]. Цікавими і перспективними є методи застосування варіаційних принципів в оптимізації картографічних проекцій для України та її окремих регіонів [10]. Питання вибору картографічних проекцій відображення транскордонних екологічних ситуацій України розглянуті в роботі [3]. Посібник [9], за винятком окремих розділів, має навчально-методичний характер.

**Матеріали і методи.** В даному дослідженні основними матеріалами слугували фондові статистичні дані (звіти, проекти тощо) управління містобудування, архітектури та житлово-комунального господарства Волинської облдержадміністрації, виконавчих органів Луцької міської ради, проектних установ та організацій та інших.

Методи дослідження – теоретико-практичні задачі математичної та практичної картографії.

## Результати та їх обговорення

**1. Алгоритм псевдоциліндричної картографічної проекції змінно-масштабної метрики.** Як правило, циліндричні проекції використовуються у випадку, коли відображуване явище поширюється тільки по широті або по довготі [4]. У випадку відображення домінуючих явищ доцільно застосовувати псевдоциліндричні проекції змінно-масштабної метрики.

В загальному випадку псевдоциліндричні проекції задаються рівняннями:

$$X = f_1(\varphi), \quad Y = f_2(\varphi, \lambda) \quad (1)$$

При застосуванні поліноміального апроксимування рівняння (1) мають вигляд:

$$X = R \sum_{i=1}^m a_i \varphi^i, \quad Y = R \lambda \left( 1 + \sum_{i=1}^{m_2} b_i \lambda^i \right) \cos \varphi. \quad (2)$$

Параметри проекції ( $a_i; b_i$ ) визначаються за методом найменших квадратів наступним чином. За правилами математичної картографії визначаються рівняння масштабів  $m, n$  і  $p$ .

$$m^2 = \frac{\left( \frac{\partial x}{\partial \varphi} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \varphi} \right)^2}{R^2 (\partial \varphi)^2} = \quad (3)$$

$$= \left( \sum_{i=1}^{m_1} i a_i \varphi^{i-1} \right)^2 + \lambda^2 \left( 1 + \sum_{i=1}^{m_2} b_i \lambda^i \right)^2 \sin^2 \varphi$$

$$n^2 = \frac{\left( \frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2}{R^2 \cos^2 \varphi (\partial \lambda)^2}.$$

$$n = 1 + \sum_{i=1}^{m_2} (i+1) b_i \lambda^i. \quad (4)$$

$$p = m \cdot n \cdot \cos \varepsilon, \quad (5)$$

$$\varepsilon = 90^\circ - \theta.$$

Задаючись в різних точках вибраної паралелі значеннями  $n_{ki}$  можна скласти систему рівнянь виду:

$$\sum_{i=1}^{m_2} (i+1) b_i \lambda^i = n_{ki} - 1, \quad (6)$$

з розв'язку якої визначаються постійні коефіцієнти  $b_i$ .

Аналогічно, для значень масштабів ряду точок вздовж вибраних меридіанів складається система рівнянь виду:

$$\sum_{i=1}^{m_1} i a_i \varphi^{i-1} = m^2 - \lambda^2 \left( 1 + \sum_{i=1}^{m_2} b_i \lambda^i \right)^2 \sin^2 \varphi. \quad (7)$$

Після визначення  $a_i, b_i$  обчислюються за формулами (2) прямокутні координати вузлових точок змінно-масштабної псевдоциліндричної проекції. Варіативність останньої регулюється заданими  $m, n$  і  $p$ .

Розвиток тематичного картографування в містобудівних аспектах потребує розробки анаморфованих карт і проекцій зі змінно-масштабною метрикою. Такі карти суттєво розширюють можливості картографування з відображенням різноманітної інформації, зокрема домінуючої. Даний підхід дозволяє регулювати неоднакове навантаження у різних частинах містобудівної карти.

**2. Алгоритм варівалентної циліндричної проекції.** Циліндричні варівалентні проекції доцільно використовувати для випадків, коли додатково відображуване явище має чітко виражене широтне або довготне поширення [6]. Широтно-довготне поширення картографованого явища характеризується сталістю своїх значень у межах визначених широтних і довготних зон, тобто в усіх точка цієї паралелі явище  $W$  має однакові зміни по широті, а в усіх точках цього меридіана однакові зміни по довготі. Загальні рівняння цієї проекції представимо у вигляді:

$$X = \int V_1 dx$$

$$Y = \int V_2 dy, \quad (8)$$

де  $V_1 = f_1(\varphi), V_2 = f_2(\lambda)$ ;  $X, Y$  – координати точок перетину ліній координатної сітки рівновеликої циліндричної проекції, наприклад:

$$X = R \cdot \sin \varphi$$

$$Y = R \cdot \lambda. \quad (9)$$

Продиференціюємо (8) і, використовуючи загальні формули математичної картографії та рівняння (9), одержимо:

$$m = V_1 \cdot \cos \varphi$$

$$n = V_2 / \cos \varphi.$$

$$p = V_1 \cdot V_2. \quad (10)$$

Нехай характеристики відображуваних явищ дорівнюють частковим масштабам площ. Тоді, враховуючи, що  $f = 0$ , можна записати:

$$p = f_1(\varphi) \cdot f_2(\lambda) = W. \quad (11)$$

Визначимо вирази для функції  $W$ . Для цього представимо  $V_1, V_2$  у вигляді:

$$V_1 = e^{\sum_0^n (\alpha_n \varphi^n)}$$

$$V_2 = e^{\sum_0^n (\beta_n \lambda^n)}. \quad (12)$$

Звідси матимемо:

$$\ln W = \ln V_1 + \ln V_2, \quad (13)$$

$$\ln W = \sum_0^n (\alpha_n \varphi^n) + \sum_0^n (\beta_n \lambda^n), \quad (14)$$

де  $\alpha_i, \beta_i$  – коефіцієнти, визначені за методом найменших квадратів.

Отже, розглянутий спосіб дає змогу відображати характеристики явищ, що мають широтне та довготне поширення. Крім того, якщо часткові масштаби довжин  $m$  і  $n$  відповідають двом різним явищам, одне з яких має тільки широтне  $f_1(\varphi)$ , а інше – тільки довготне  $f_2(\lambda)$  поширення, то є можливість відобразити додатково два явища.

Для визначення прямокутних координат розглянутої проекції переписемо (8) з урахуванням (9), (12)

$$\begin{aligned}
 X &= R \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} e^{\sum_0^n (\alpha_n \varphi^n)} \cdot \cos \varphi d\varphi \\
 Y &= R \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} e^{\sum_0^n (\beta_n \lambda^n)} \cdot d\lambda
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

Абсциси і ординати виразу (14) можна одержати, наприклад, добре відомими методами чисельного інтегрування [13] тощо.

**3. Теорія і результати анаморфованого відображення містобудівного зонінгу.** Обґрунтування планувальних рішень забудови міст та раціонального використання територій для розміщення будівництва потребує комплексного містобудівного аналізу району проектування. У цьому контексті важлива роль картографічних матеріалів, що дозволяють в наочній формі відобразити природні та соціально-економічні умови району будівництва [14].

Карти і топоплани міських територій отримані в традиційних картографічних проекціях містять неповну метричну та семантичну інформацію. З цієї причини актуальною є потреба розробки нових картографічних проекцій і створення на їх основі цифрових тематичних карт із неевклідовою метрикою. Такі карти особливо важливі для оцінки сучасного стану та перспективного планування розвитку міста [7].

Нами пропонується використовувати при розв'язку управлінських задач у містобудуванні анаморфовані картографічні зображення.

Анаморфованим картографічним зображенням, або анаморфозом називають графічне зображення, похідне від традиційної карти, що утворене трансформацією масштабу, який залежить від розподілу величини прояву певного явища, відображеного на початковій карті [8]. Цей розподіл характеризується такою числовою характеристикою як щільність. Найбільш розповсюдженим різновидом таких зображень є площинні анаморфози, які вирівнюють у просторі карти щільність явища за рахунок зміни площ областей початкового картографічного зображення. Анаморфози дають графічне зображення території, топологічно тотожне покладеному в основу його створення [15].

Враховуючи новизну і оригінальність анаморфного картографування стисло математично обґрунтуємо цей метод.

З математичної точки зору задачу побудови анаморфози можна розглядати як задачу пошуку відображення картографічної площини  $(x, y)$  в площину  $(u, v)$ , які задані функціями:

$$u = U(x, y) \quad v = V(x, y), \tag{16}$$

що вирівнює щільність  $p(x, y)$  до деякого середнього  $\bar{p}$ . Остання вимога рівнозначна наступній:

$$\frac{\partial U}{\partial x} \cdot \frac{\partial V}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{p(x, y)}{\bar{p}}. \tag{17}$$

Щільність величини, у відповідності з якою відбувається анаморфкування, пропонується розглядати як кусково-неперервну функцію  $p(x, y)$  точок площини із середнім значенням  $\bar{p}$  в межах області  $D_0$  [15].

Покриття  $D_0$  (початкове картографічне зображення) є набором територіальних одиниць  $\{S_i | i = \overline{1, n}\}$  кожна з яких характеризується постійною щільністю  $p_i$ . Будемо вважати, що  $p_i > 0, i = \overline{1, n}$ , а набір  $\{S_i | i = \overline{1, n}\}$  задовольняє умови:

$$\bigcup_{i=1}^n S_i = D_0, \Delta(S_i \cap S_j) = 0, i \neq j, \Delta(S_i) > 0, i = \overline{1, n}, \tag{18}$$

де  $\Delta(S)$  позначає площу геометричної фігури  $S$ .

Границі області  $D_0$  та її територіальних одиниць  $\{S_i | i = \overline{1, n}\}$  апроксимуємо ламаними з достатньо короткими ланками.

Запропонований алгоритм є ітеративним. На кожному кроці ітерації для будь-якої точки  $z = (x, y)$  території, що анаморфується, визначається сумарний вектор зсуву  $\vec{v}(x, y) = \sum_{i=1}^n \vec{v}_i$ , де  $\vec{v}_i$  – вектор зсуву, що створюється  $i$ -ою територіальною одиницею [12]. При цьому, якщо територіальна одиниця має форму круга радіуса  $R$  з центром в початку координат і постійною щільністю  $p$ , то вектор зсуву дорівнює

$$\vec{v}(x, y) = \begin{cases} \vec{r} \left( \frac{\tilde{R}}{R} - 1 \right), & \text{при } \|\vec{r}\| = \sqrt{x^2 + y^2} \leq R \\ \vec{r} \left( \frac{\sqrt{1 + (\tilde{R}^2 - R^2) / \|\vec{r}\|^2} - 1}{\|\vec{r}\|} \right), & \text{при } \|\vec{r}\| \geq R \end{cases}, \tag{19}$$

де  $\tilde{R} = R \sqrt{\frac{p}{\bar{p}}}$  – радіус круга, що відповідає середній щільності  $\bar{p}$ .

Із застосуванням відомої теореми Стокса [13], замість інтегрування за територіальною одиницею  $S_i$  можемо здійснювати інтегрування по її границі, яку апроксимуємо замкненою ламаною з нескінченно короткими ланками. Після перетворень отримуємо:

$$\vec{v} = -\frac{1}{2\pi} \sum_{i=1}^n \left( \frac{p_i - \bar{p}}{\bar{p}} \right) \cdot \left( \begin{matrix} (I_x(x_0, y_0))_i \\ (I_y(x_0, y_0))_i \end{matrix} \right)^T, \tag{20}$$

де інтеграли  $(I_x)_i = \int_{\partial S_i} \ln |\vec{r}| \delta y$ ,  $(I_y)_i = \int_{\partial S_i} \arctg \left( \frac{r_x}{r_y} \right) \delta y$  легко обчислюються.

Практичне застосування виразу (20) передбачає здійснення інтегрування вздовж кожної з ланок внутрішніх границь територіальних одиниць  $S_i$ .

На основі запропонованого алгоритму розроблено програмний модуль побудови анаморфованих картографічних зображень, використовуючи який отримана серія з 15 анаморфованих карт для типового обласного центру України (на прикладі міста Луцька).

Як приклад, наведено анаморфовані картографічні зображення, що характеризують доступність до центру міста Луцька (рис. 1), забезпеченість школами та дошкільними закладами районів міста Луцька (рис. 2) та містобудівну цінність оціночних районів міста Луцька (рис. 3).



Рис. 1. Анаморфована карта доступності до центру м. Луцька



Рис. 2. Анаморфована карта забезпеченості школами та дошкільними закладами районів м. Луцька



Рис. 3. Анаморфована карта містобудівної цінності оціночних районів міста Луцька

### Висновки і перспективи подальших досліджень

1. Картографічні проєкції змінно-масштабної метрики і варивалентних типів можна успішно застосовувати в тематичному картографуванні, зокрема у відображенні екологічних проблем та урбанізованості території України в цілому і окремих її регіонів.
2. Викладені в статті алгоритми не є вичерпними при розв'язанні поставлених задач, але разом з тим дозволяють отримати низку змінно-масштабних про-екцій, що уможливають виконання умови на стиснення і розтяг зображення.
3. Застосування в зонінгу населених пунктів спільно з традиційними картами анаморфованих дозволяє сут-тєво підвищувати наочність окремих проблемних питань і можливість їх адекватного розв'язання.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Алфьоров М.А. Урбанізаційні процеси в Україні в 1945–1991 рр: Монографія / М.А. Алфьоров – Донецьк: Донецьке відділення НТШ ім. Шевченка, ТОВ «Східний видавничий дім» 2012. – 552 с.
2. Куць Є.С. Урбанізовані території: методологія та практика планування і управління / Є.С. Куць, С.В. Куць // Науководослідний і проєктний інститут містобудування Держбуду України (НДПІ містобудування). – Мелітополь, ТОВ „Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні”, 2003. – 252 с.
3. Кочуров Б.И. Геоэкологическое картографирование / Б.И. Кочуров // Уч. метод. пособие. – М.: Изд-во центр «Академия», 2009. – 192 с.
4. Бугаевский Л.М. Картографические проекции / Л.М. Бугаевский, Л.А. Вахрамеева. – М.: Недра, 1992. – 292 с.
5. Бугаевский Л.М. Математическая картография / Л.М. Бугаевский. – М.: Златоуст, 1998. – 400 с.
6. Бугаевский Ю.Л. Варивалентные проекции типа псевдоцилиндрической для анаморфованных карт / Ю.Л. Бугаевский // Изв. вузов. Сер.: Геодезия и аэрофотосъемка. – 1986. – №6. – С. 139-144.
7. Мудрих З. О предметах и методах анаморфоза карт / З. Мудрих // Картография. Вып. I. Зарубежные концепции и направления исследований. – М.: Изд-во «Прогресс», 1983. – С. 152-160.
8. Тикунов В.С. Моделирование в картографии: Учебник / В.С. Тикунов -М.: Изд-во МГУ, 1997. -405 с.
9. Мельник В.М. Основи картографії: навчальний посібник / В.М. Мельник. – Луцьк : РВВ Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. – 212 с.
10. Барановський В.Д. Варіаційні методи оптимізації картографічних проєкцій для України та її окремих регіонів / В.Д. Барановський // Вісник геодезії та картографії. – №3. 2006. – С. 13-17.

11. Барановський В.Д., Карпінський Ю.О., Кучер О.В., Лященко А.А. Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру // Системи координат і картографічні проєкції за заг. ред. Ю.О. Карпінського. – К.: НДІГК, 2009. – 96 с. / Сер. Геодезія, картографія, кадастр.
12. Свентэк Ю.В. Теоретические и прикладные аспекты современной картографии / Ю.В. Свентэк – М.: Эдиториал, 1999. – 78 с.
13. Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн – М.: Наука, 1970. – 720 с.
14. Тикунов В.С. Использование анаморфированных картографических изображений в градостроительном анализе / В.С. Тикунов, С.А. Юдин // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. 1987. № 1. С. 100-105.
15. Гусейн-Заде С.М. Численные методы создания анаморфированных картографических изображений / С.М. Гусейн-Заде, В.С. Тикунов // Геодезия и картография. – 1987. – №1. – С. 38-44.

#### REFERENCES

1. Al'forov M.A. Urbanization processes in Ukraine in 1945-1991 biennium: Monograph / M.A. Al'forov – Donetsk: Donetsk office of Shevchenko Scientific Society, LLC "East Publishing House", 2012. – 552 p.
2. Kuts', Ye.S. Urban areas: methodology and practice of planning and management / Ye.S. Kuts', S.V. Kuts' // Research and Design Institute of Urban Development State Construction Committee of Ukraine (Research and Design Institute of urban development). - Melitopol, LLC "Publishing house Melitopol City printing", 2003. – 252 p.
3. Kochurov, B.I. Geocological mapping / B.I. Kochurov // Training Manual. M.: Publishing Center "Academy", 2009. – 192 p.
4. Bugaevskij, L.M. Map Projections / L.M. Bugaevskij, L.A. Vaxrameeva. – M.: Nedra, 1992. – 292 p.
5. Bugaevskij, L.M. Mathematical cartography / L.M. Bugaevskij. – M.: Zlatoust, 1998. – 400 p.
6. Bugaevskij, Yu.L. Vary-valence projection of pseudocylindric type for anamorphic maps / Yu.L. Bugaevskij // Izv. vuzov.: Geodesy and Aerial Photography. – 1986. – №6. – P. 139-144.
7. Mudrih, Z. On the subject and method of anamorphosis map / Z. Mudrih // Cartography. Issue I. The foreign concepts and areas of research. – M.: Publishing House "Progress", 1983. – P. 152-160.
8. Tikunov, V.C. Modelling in cartography: Textbook / V.C. Tikunov. – M.: Publishing House MSU, 1997. – 405 p.
9. Mel'nyk, V.M. Fundamentals of cartography: Tutorial / V.M. Mel'nyk. – Luts'k Editing and Publishing Department of East European National University Ukrainian, 2012. – 212 p.
10. Baranovskyy, V.D. Variational methods of optimization map projections for Ukraine and its separate regions / V.D. Baranovskyy // Herald of Geodesy and Cartography. – #3. 2006. – P. 13-17.
11. Baranovskyy, V.D., Karpins'kyy, Yu.O., Kucher, O.V., Lyashchenko, A.A. Topographic and geodetic and cartographic software cadastre // The coordinate systems and map projections. for the Society. Ed. Yu.O.Karpinskoho. – K.: NIIGK, 2009. – 96 p. / Series of geodesy, cartography, cadastre.
12. Sventjek, Ju.V. Theoretical and applied aspects of modern cartography / Ju.V. Sventjek – M.: Jeditorial, 1999. – 78 p.
13. Korn, H. Guide in Mathematics / H. Korn, T. Korn – M.: Nauka, 1970. – 720 p.
14. Tikunov, B.C. Using anamorphic image map in an urban analysis / B.C.Tikunov, S.A. Judin // News of AS of SSSR. Ser. Geogr. 1987. № 1. P. 100-105.
15. Gusejn-Zade, S.M. Numerical methods for creating animated map images / S.M. Gusejn-Zade, V.S. Tikunov // Geodesy and Cartography. – 1987. – №1. – P. 38-44.

#### Compartmental methods of mapping evaluation of urbanization of areas and zoning of settlements

V.N. Melnyk, O.V. Vereshko, L.A. Vakulyuk

**Abstract.** The article deals with the issue of getting a cylindrical map projections of variable-metric scale and varivalent types. Variable-scale projections are useful if you need to display dominance of socio-economic factors, indicators and so on. In mathematical models of varivalent projections as an arguments, besides geographical coordinates are entered additional indicators that more accurately reflects the spread of mapping phenomena, such as ecological situation, the state of urbanization and others. In solving the problems of zoning of settlements in addition to traditional maps are often used anamorfoza maps. Such maps are characterized by unusual topology, and their construction is a nontrivial task. Accordingly, this paper deals with the theory and practice of receiving such maps.

**Keywords:** *urban territory, zoning of settlements, cylindrical map projections of variable-metric scale, cylindrical varivalent projection, anamorfoza maps*