



Для інтерактивних карт властиве також дублювання підписів. Це пов'язано з тим, що, скажімо, населений пункт оцифровано двома частинами, наприклад, при проходженні автомагістралі через село чи селище, і кожна з них має свій підпис для ідентифікації (див. мал. 5 – виділено червоним). У такому випадку у конкретній ГС необхідно правильно робити налаштування стилю відображення і вибирати функцію, яка б дозволяла уникати дублювання.

**Висновки та перспективи дослідження.** Збільшення кількості картографічних творів у мережі Інтернет і поява нових сайтів, що містять карти, – вже звичне для нас явище, адже карта – дуже зручний засіб візуалізування інформації про навколишній світ, який допомагає її розумінню і сприйняттю. Але Інтернет – це не та сфера, де кількість автоматично переходить у якість. Неприпустимо завантажувати з Інтернету картографічні твори, особливо для подальшої кваліфікованої роботи з ними, без критичної перевірки чи редакційного опрацювання. Отже, використанню картографічного інтернет-ресурсу неодмінно має передувати його редакційний аналіз. Без відповідальної редакторської роботи неможливо створити якісний картографічний твір, а без знань базової картографії неможливо правильно скористатися усіма можливостями, які надає користувачу всесвітня мережа.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямку може бути вивчення більшої кількості картографічного контенту в Інтернеті та відгу-

ків щодо його використання, а також аналіз ступеня довіри користувачів до таких творів.

### Література

1. Берлянт, А.М. Картография: учеб. для вузов. – М.: Аспект-Пресс, 2002. – 336 с.
2. Божок, А.П. Картознавство: підручник / А.П. Божок, А.М. Молочко, В.І. Остроух; за ред. А.П. Божок. – К.: Вид.-полігр. центр "Київський університет", 2014. – 332 с.
3. Даценко, Л.М. Основи геоінформаційних систем і технологій: навчальний посібник / Л.М. Даценко, В.І. Остроух. – К.: ДНВП "Картографія", 2013. – 184 с.
4. Козаченко, Т.І. Картографічне моделювання: навчальний посібник / Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко; під ред. А.П. Золовського. – Вінниця: Антекс-У ЛТД, 1999. – 328 с.
5. Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. – М.: Кн. дом "Университет", 2008. – 434 с.
6. Остроух, В.І. Цифрові карти-основи як складова частина картографічного інтернет-ресурсу // Картографія та вища школа: зб. наук. пр. – К.: Інститут передових технологій, 2005. – Вип. 10. – С. 70-73.
7. Остроух, В.І. Особливості роботи редактора при створенні навчальних електронних картографічних посібників / В.І. Остроух, І.С. Руденко // Вісн. геодез. та картогр. – 2014. – № 5. – С. 19-22.

Надійшла 23.06.15

\* \* \*

УДК 528.9

П. П. Король, В. У. Волошин

## ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОЇ КОСОЇ РІВНОПРОМІЖНОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПРОЕКЦІЇ БОТЛІ ДЛЯ УКЛАДАННЯ НАВІГАЦІЙНИХ КАРТ

*Доказана целесообразность использования косой равнопромежуточной цилиндрической проекции Ботли как математической основы навигационных карт различного территориального охвата. Определены преимущества применения проекции при проведении картометрических измерений ортодромических расстояний и азимутов. Предложен модифицированный вариант данной проекции с метаполюсом в г. Киев и аналитические модели распределения искажений на ней. Выполнено математическое обоснование и построены макеты картографических сеток модифицированной проекции для карт мира и Украины.*

*Motivation for the use of Botley Oblique Plate Carrée Projection as a mathematical foundation of navigation charts of different territorial scope is evidenced. The advantages of the use of this projection by performance of cartometrical measurements of orthodromic distances and azimuths are outlined. A modified version of such projection with the meta-pole in Kyiv City and analytical models of distribution of distortions in it are proposed. A mathematical justification of projection has been performed and grid layouts of modified projection for world maps and map of Ukraine are constructed.*

**Постановка проблеми.** Згідно зі стандартами Міжнародної організації цивільної авіації (англ. – ICAO) аеронавігаційні й маршрутні карти уклада-

ються у рівнокутній конічній проекції Ламберта, полярній стереографічній проекції UPS та інших рівнокутних проекціях, для яких ортодромія – це пряма або майже пряма лінія [11].

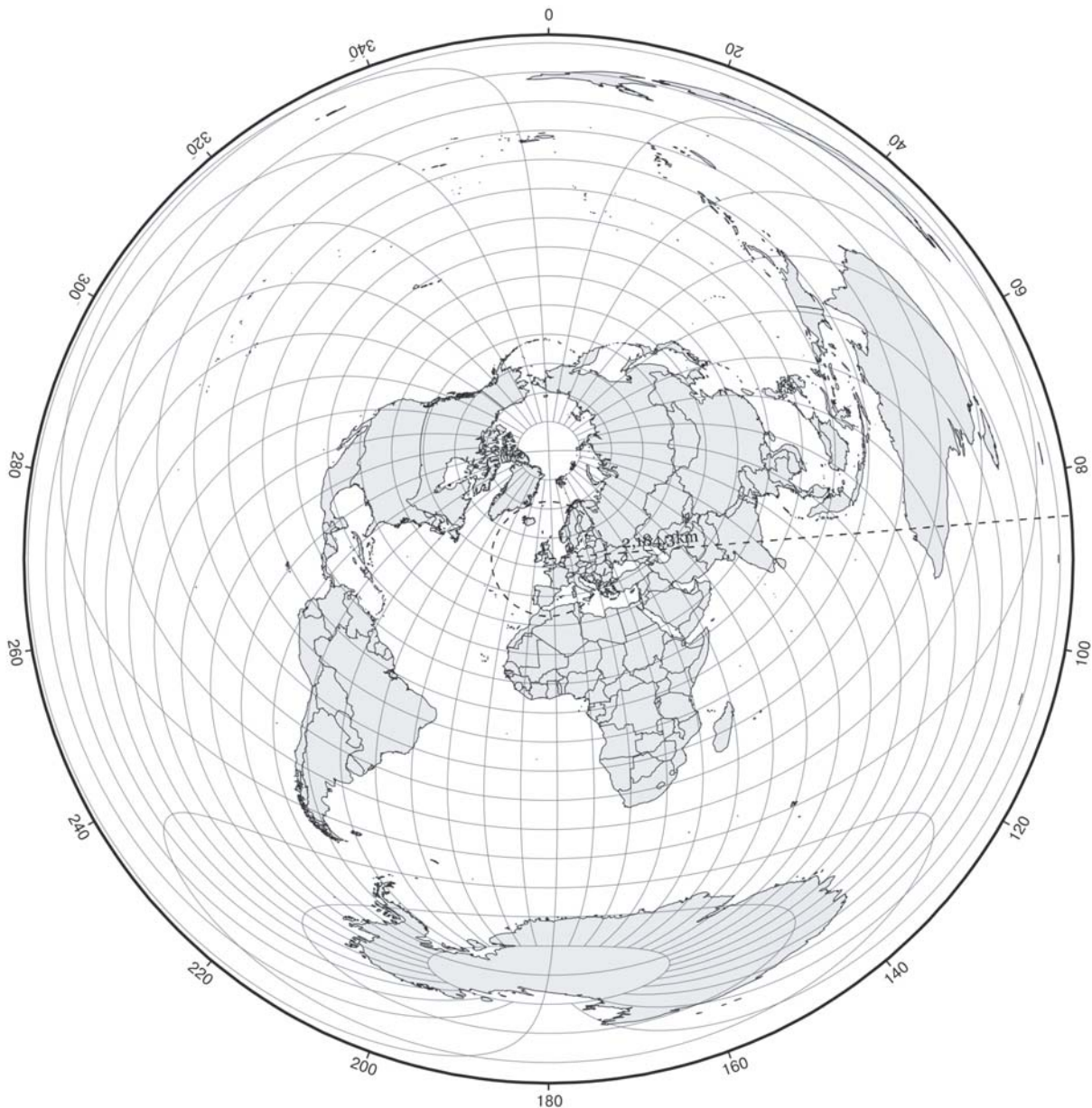
Під час і після Другої світової війни для створення карт повітряних шляхів сполучення широко

© П. П. Король, В. У. Волошин, 2015



використовувались азимутальні проекції. Зокрема, рівнопроміжна азимутальна проекція, що була запропонована у 1581 р. французьким картографом Гійомом Постелем, традиційно застосовувалась у нормальному або косому варіантах з центрами у Лондоні [12], Аддіс-Абебі [2], Солсбері [3], Веллінгтоні [5], Гринвічі [6], Глазго [10] тощо. Визначальна особливість даної проекції полягає в тому, що при виборі будь-якого пункту (у даному випадку Лондона) як метаполюса проекції ортодромічний азимут та ортодромічна відстань до будь-якого іншого пункту (у нас це Київ) визначаються у полярній системі координат азимутом, що відраховується від північного напрямку за ходом годинникової стрілки і радіус-вектором вимірюваного кола з центром у точці метаполюса (мал. 1).

Однак така особливість рівнопроміжної азимутальної проекції Постеля не є унікальною. Існує інша, давніша проекція, картографічна сітка якої найпростіша з-поміж усіх проекцій. Вона представлена взаємно ортогональними рівновіддаленими лініями меридіанів і паралелей. Це квадратна рівнопроміжна циліндрична проекція на дотичному циліндрі Plate Carrée (з французької – квадратні плити), що була запропонована у III ст. до н. е. давньогрецьким географом і математиком Ератосфеном Кіренським і є частковим випадком рівнопроміжної циліндричної проекції на січному циліндрі Equidistant Cylindrical, запропонованої значно пізніше (у II ст. н. е.) давньогрецьким географом, картографом і математиком Маріном Тірським. У практиці математичної картографії для її означення



Мал. 1. Принцип вимірювання ортодромічного азимута й ортодромічної відстані у косій рівнопроміжній азимутальній проекції Постеля (метаполюс – м. Лондон, пункт призначення – м. Київ) [13]



використовуються і синонімічні дефініції – Simple Cylindrical (проста циліндрична проекція) або Geographic projection (географічна проекція). Очевидно, що обидві рівнопроміжні (азимутальна і циліндрична) проекції є граничними випадками рівнопроміжної конічної проекції Деліля – Simple Conic.

До кінця ХХ ст. квадратна циліндрична проекція Plate Carrée, як і інші більш загальні варіанти рівнопроміжних циліндричних проекцій, практично не використовувалась при укладанні детальних географічних карт і карт спеціального призначення. Тривіальність побудови картографічної сітки проекції із збереженням масштабу довжин уздовж екватора та всіх меридіанів зумовила можливість використання її як математичної основи для створення перших електронних контурних карт. У 80-х роках ХХ ст. Геологічна служба США дану проекцію використовувала при укладанні індексних карт з метою відображення ступеня покриття території аркушами топографічних карт відповідного масштабу [9].

Щодо косих варіантів проекції, то ще у 1718 р. британський картограф і астролог Джон Сенекс обґрунтував можливість їх застосування при укладанні карт зоряного неба. Однак, по-суті, вперше косу рівнопроміжну циліндричну проекцію використав англійський картограф Чарльз Фредерік Арден-Клозе лише у 1941 р. при укладанні географічної карти Близького Сходу та Індійського океану [1]. Поліус косої системи координат цієї проекції розміщувався на перетині найбільш північної паралелі –  $54^{\circ} 30'$  пн. ш. з осовим меридіаном  $28^{\circ}$  зх. д.

При укладанні сучасних географічних карт важливим завданням є вирішення питання вибору або вишукування картографічних проекцій, що забезпечують можливість оптимального вирішення різних задач. Іноді жодна з відомих проекцій не забезпечує отримання зваженого рішення, а отже, виникає необхідність модифікації існуючих картографічних проекцій, що повною мірою відповідають поставленим вимогам до математичних основ при укладанні карт конкретного призначення і певного територіального охоплення.

**Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями.** Науковці Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки виконують системні прикладні дослідження модифікацій існуючих картографічних проекцій, які відповідають вимогам щодо створення, укладання та видання географічних карт України. Метою нашої роботи є з'ясування можливостей використання модифікованих та анаморфованих варіантів косої рівнопроміжної циліндричної проекції Ботлі при укладанні навігаційних карт.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, що стосуються вирішення проблеми.**

Історичні аспекти розробки найважливіших циліндричних картографічних проекцій висвітлено у монографії Дж. П. Снайдера [9], а їх математичне обґрунтування у сферичному та еліпсоїдальному варіантах – у публікації Е. В. Графаренда і Ф. В. Крум-

ма [4]. Практичні аспекти побудови картографічної сітки косих рівнопроміжних циліндричних проекцій та основні напрямки їх використання розглядаються у працях Ч. Ф. Арден-Клозе [1] і Ф. В. Ботлі [12], а особливості побудови систем координат проекцій, характеристики розподілу спотворень у них та макети картографічних сіток наведено Дж. П. Снайдером у [8]. Питання використання модифікованих та анаморфованих варіантів косої рівнопроміжної циліндричної проекції Ботлі з метаполіусом на території України у вітчизняній і зарубіжній картографічній літературі не розглядалися.

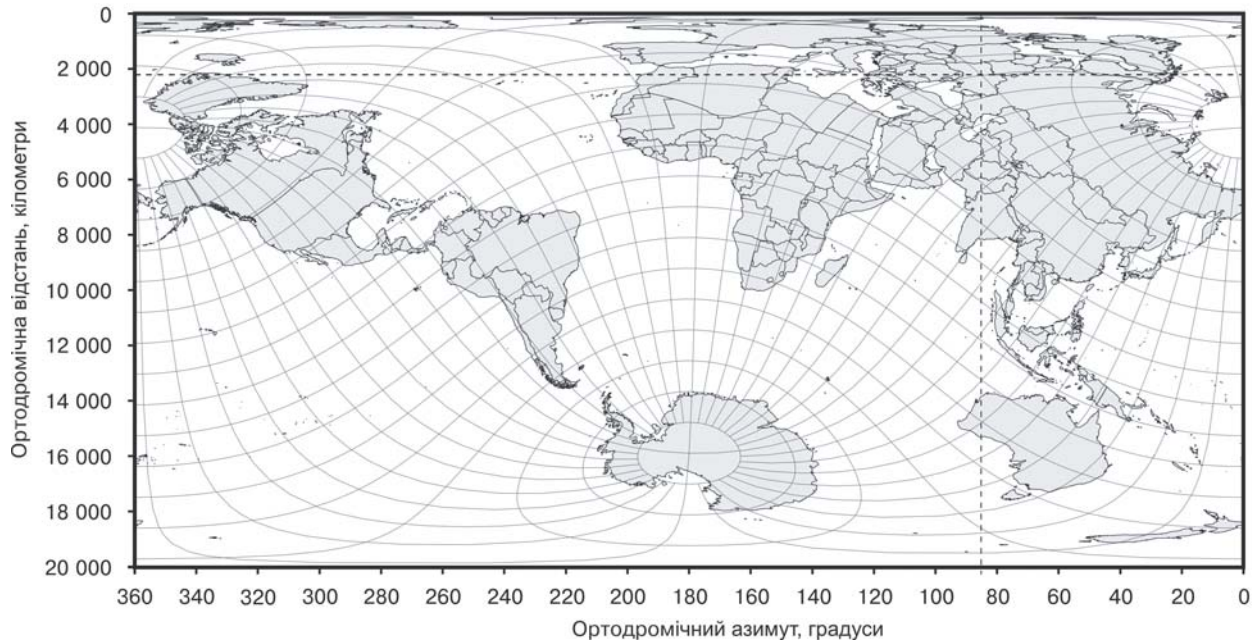
**Виклад основного матеріалу. Загальні положення.** У 1951 р. британський картограф, науковий співробітник Центральної школи Ектона (Західний Лондон) Ф. В. Ботлі запропонував косий варіант рівнопроміжної циліндричної проекції Plate Carrée з Лондоном у точці полюсу – Botley Oblique Plate Carrée [12]. Основна особливість даної проекції полягає в тому, що при виборі будь-якого пункту (в даному випадку Лондона) як метаполіуса проекції внаслідок особливостей форми картографічної сітки меридіанів і паралелей ортодромічний азимут та ортодромічна відстань до будь-якого іншого пункту (в нашому випадку Києва) визначаються у прямокутній системі координат перпендикулярами, опущеними відповідно на її горизонтальну та вертикальну осі (мал. 2).

На відміну від рівнопроміжних азимутальних проекцій, в яких точкою нульових спотворень є полюс, а масштаб довжин зберігається вздовж радіальних від центру напрямків, у рівнопроміжних циліндричних проекціях полюс нескінченно розтягується вздовж верхнього або нижнього країв карти, тоді як масштаб довжин зберігається вздовж вертикальних ліній. Таким чином, використання прямокутної системи координат замість полярної значно спрощує процес ортодромічних вимірювань, підвищує їх точність і тим самим розширює сферу використання рівнопроміжної циліндричної проекції.

Картографічна сітка косих циліндричних проекцій (при широті полюса косої системи  $\sim 90^{\circ}$ ) забезпечує ефект сферичності земної кулі, однак із зменшенням широти полюса кривина паралелей збільшується, а їх довжина зменшується, тому зменшуються і відповідні параметри спотворень.

Метаполіус косої системи може знаходитись як у Північній, так і у Південній півкулях. Одна з модифікацій косої рівнопроміжної циліндричної проекції Ботлі з полюсом у м. Кампінас (Бразилія), що нескінченно розтягується вздовж нижнього краю карти, була використана при побудові карти світу [14]. Діаметрально протилежна до метаполіуса точка (антиметаполіус) розтягується вздовж верхнього краю карти.

**Математичне обґрунтування проекції.** Косі циліндричні проекції в основному використовуються для відображення територій, що мають значну протяжність з північного заходу на південний схід або з північного сходу на південний захід. Вони є найбільш загальним випадком циліндричних проекцій, оскільки на їх основі отримують рівняння для нормального



Мал. 2. Принцип вимірювання ортодромічного азимута й ортодромічної відстані в косій рівнопроміжній циліндричній проекції Ботлі (метаполіус – м. Лондон, пункт призначення – м. Київ) [13]

і поперечного варіантів цих проекцій. Дане перетворення здійснюється шляхом встановлення відповідної широти північного метаполіуса  $\varphi_0$ . Зокрема, у випадку, якщо  $\varphi_0=90^\circ$ , отримують нормальні, а у випадку, якщо  $\varphi_0=0^\circ$ , – поперечні циліндричні проекції. Як окремі випадки розглядаються косі конформні, еквівалентні та еквідистантні циліндричні проекції.

Загалом рівняння нормальної циліндричної проекції на дотичному або січному циліндрі має такий вигляд:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R(\lambda - \lambda_0) \cos \varphi_0 \\ f(\varphi) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

У випадку отримання косих циліндричних проекцій сферичні широти  $\varphi$  і сферичні довготи  $\lambda$  замінюються відповідними аналогами – меташиротами  $\Phi$  і метадовготами  $\Lambda$  [4]. Для отримання рівнянь таких проекцій на дотичному і січному циліндрах вводять величину  $\Phi_0$  як меташироту метапаралелей рівновіддалених кіл:  $\Phi = \pm \Phi_0$ . У цьому випадку отримують таке рівняння проекції:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R\Lambda \cos \Phi_0 \\ f(\Phi) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Перетворення сферичних координат у метасферичні здійснюється на основі таких співвідношень:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \Lambda &= \frac{\cos \varphi \sin(\lambda - \lambda_0)}{\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0}; \\ \sin \Phi &= \cos \varphi \cos \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) + \sin \varphi \sin \varphi_0. \end{aligned} \quad (3)$$

У разі, якщо  $\sin \Phi = 1$ , то  $y = \infty$ , а якщо  $\sin \Phi = -1$ , тоді  $y = -\infty$ .

У випадку отримання косих рівнопроміжних циліндричних проекцій вираз (2) набуває вигляду:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R\Lambda \cos \Phi_0 \\ \Phi \end{bmatrix}, \quad (4)$$

а у випадку отримання проекції Ботлі – Botley Oblique Plate Carrée projection – матимемо:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R\Lambda \\ \Phi \end{bmatrix}. \quad (5)$$

При обчисленні за формулами (5) отримуємо значення  $x \in [-10\,000; 10\,000]$  (у кілометрах) та  $y \in [-\pi; \pi]$ . Щоб уникнути від'ємних значень, здійснюємо паралельне перенесення осей. Вісь  $y$  при цьому розміщується уздовж метаполіуса паралельно до дійсного екватора і спрямовується вона на захід, а вісь  $x$  – перпендикулярна до осі  $y$ , перетинає її у точці  $y=0$  і спрямовується на південь [8].

Частинні похідні  $\frac{\partial x}{\partial \varphi}$ ,  $\frac{\partial y}{\partial \varphi}$ ,  $\frac{\partial x}{\partial \lambda}$ ,  $\frac{\partial y}{\partial \lambda}$  визначаються як:

$$\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial \varphi} &= \left[ \frac{-\sin \varphi \sin(\lambda - \lambda_0)}{\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0} - \frac{\cos \varphi \sin(\lambda - \lambda_0)}{(\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0)^2} \times \right. \\ &\quad \left. \times \frac{(-\sin \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \cos \varphi \cos \varphi_0)}{1} \right] / \\ &\quad / \left[ 1 + \frac{\cos^2 \varphi \sin^2(\lambda - \lambda_0)}{(\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0)^2} \right]; \end{aligned} \quad (6)$$



$$\frac{\partial x}{\partial \lambda} = \left[ \frac{\cos \varphi \cos(\lambda - \lambda_0)}{\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0} + \frac{\cos^2 \varphi \sin^2(\lambda - \lambda_0) \sin \varphi_0}{(\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0)^2} \right] / \sqrt{1 + \frac{\cos^2 \varphi \sin^2(\lambda - \lambda_0)}{(\cos \varphi \sin \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) - \sin \varphi \cos \varphi_0)^2}}; \quad (7)$$

$$\frac{\partial y}{\partial \varphi} = \frac{\cos \varphi \sin \varphi_0 - \sin \varphi \cos \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0)}{\sqrt{1 - (\cos \varphi \cos \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) + \sin \varphi \sin \varphi_0)^2}}; \quad (8)$$

$$\frac{\partial y}{\partial \lambda} = - \frac{\cos \varphi \cos \varphi_0 \sin(\lambda - \lambda_0)}{\sqrt{1 - (\cos \varphi \cos \varphi_0 \cos(\lambda - \lambda_0) + \sin \varphi \sin \varphi_0)^2}}. \quad (9)$$

За частинними похідними обчислюємо коефіцієнти першої квадратичної форми Гаусса  $E$ ,  $F$ ,  $G$ , проводимо повне аналітичне дослідження проекції та визначаємо параметри її спотворень  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $w$ .

У результаті дослідження встановлено, що частковий масштаб довжин зберігається вздовж вертикалів косої системи, він збігається з екстремальним мінімальним масштабом у всіх точках зображення і дорівнює одиниці. Числові значення параметрів спотворень довжин  $m$ ,  $n$ ,  $a$  у вузлах картографічної сітки з інтервалом  $30^\circ$  наведено у таблицях 1-3.

Основним напрямом використання косої рівнопроміжної циліндричної проекції Ботлі залишається аеронавігація, оскільки вона забезпечує просте і надійне визначення ортодромічних відстаней та азимутів при розрахунку курсів повітряних суден. Однак існує можливість використання її і в шкільній картографії при встановленні місцеположення довільного пункту по відношенню до положення заданого метаполюса. З цією метою нами

Таблиця 1. Значення часткових масштабів довжин  $m$  у вузлах картографічної сітки модифікованої проекції Ботлі

Довгота, $\lambda^\circ$	Широта, $\varphi^\circ$				
	60° пн. ш.	30° пн. ш.	0°	30° пд. ш.	60° пд. ш.
0°	1,01128	1,00042	1,03167	1,46633	2,88503
30°	1,07103	1,00206	1,01837	1,18749	1,74234
60°	1,26591	1,04217	1,00001	1,03935	1,25526
90°	1,76837	1,19567	1,01943	1,00171	1,06736
120°	2,94018	1,47288	1,03094	1,00045	1,01038
150°	1,02158	1,00100	1,00002	1,00000	1,00000
180°	2,88503	1,46633	1,03167	1,00042	1,01128

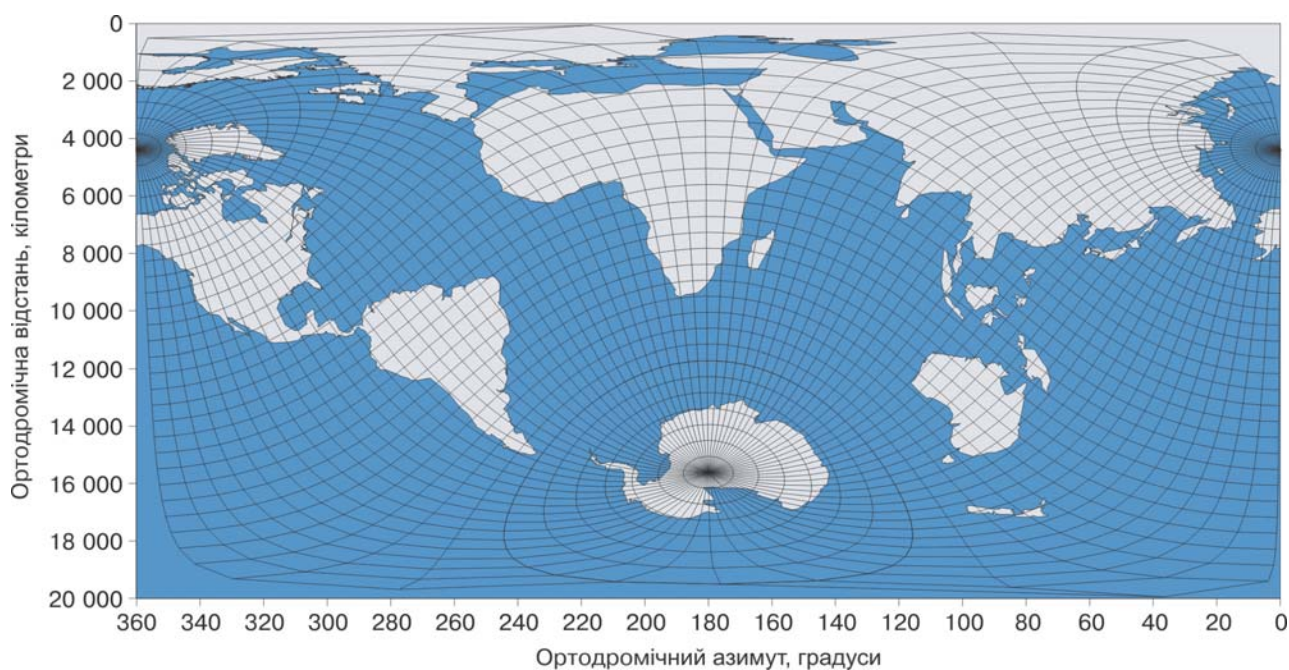
Таблиця 2. Значення часткових масштабів довжин  $n$  у вузлах картографічної сітки модифікованої проекції Ботлі

Довгота, $\lambda^\circ$	Широта, $\varphi^\circ$				
	60° пн. ш.	30° пн. ш.	0°	30° пд. ш.	60° пд. ш.
0°	1,07732	1,00360	1,16870	1,64429	1,24895
30°	1,09846	1,00454	1,03526	1,16138	1,04235
60°	1,10237	1,04591	1,00001	1,04358	1,10304
90°	1,03861	1,16870	1,03805	1,00391	1,09777
120°	1,30194	1,67881	1,17501	1,00405	1,07668
150°	6,02370	2,86068	1,29677	1,01404	1,06730
180°	1,24895	1,64429	1,16870	1,00360	1,07732

Таблиця 3. Значення екстремальних максимальних масштабів довжин  $a$  у вузлах картографічної сітки модифікованої проекції Ботлі

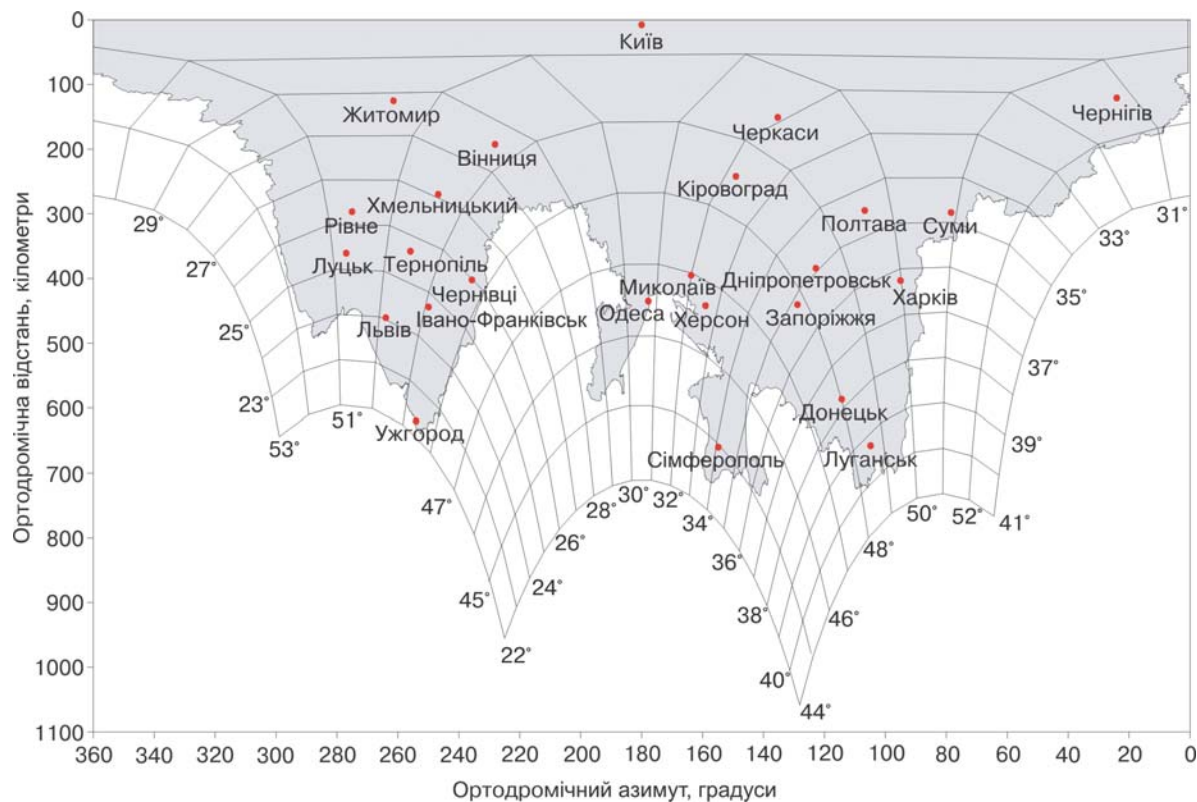
Довгота, $\lambda^\circ$	Широта, $\varphi^\circ$				
	60° пн. ш.	30° пн. ш.	0°	30° пд. ш.	60° пд. ш.
0°	1,08780	1,00402	1,19591	1,96311	2,98048
30°	1,16349	1,00659	1,05301	1,32625	1,76699
60°	1,34824	1,08630	1,00002	1,08134	1,33880
90°	1,79049	1,33995	1,05678	1,00561	1,15947
120°	3,05610	1,99694	1,20145	1,00449	1,08633
150°	6,02732	2,86103	1,29678	1,01404	1,06730
180°	2,98048	1,96311	1,19591	1,00402	1,08780

розроблено і математично обґрунтовано модифікований варіант косої рівнопроміжної циліндричної проекції Ботлі з метаполюсом у м. Київ (мал. 3).



Мал. 3. Модифікована коса рівнопроміжна циліндрична проекція Ботлі (метаполюс – м. Київ)

Використання модифікованої косої рівнопрямісної циліндричної проєкції Ботлі при укладанні географічних карт менших за розмірами територій виявляється неефективним, однак існує можливість створення анаморфованих картографічних зображень із спотвореною метрикою простору. Зокрема, для забезпечення наочності зображення з умовою збереження належної точності виконання відповідних картометричних вимірювань у межах території України пропонується збільшити масштаб довжин уздовж осі  $x$  у 20 разів (мал. 4).



Мал. 4. Використання модифікованої косої рівнопрямісної циліндричної проєкції Ботлі (метаполіус – м. Київ) для вимірювання ортодромічних відстаней та азимутів на інші адміністративні центри України

**Висновки.** У результаті проведених досліджень математично обґрунтовано доцільність застосування косої рівнопрямісної циліндричної проєкції Ботлі як математичної основи для укладання навігаційних карт різного територіального охоплення. Запропоновано модифікований та анаморфований варіанти проєкції з метаполіусом у м. Київ, що можуть бути використані при укладанні різномасштабних навігаційних карт світу та України.

**Перспективою подальших досліджень** є математичне обґрунтування впливу параметрів спотворень проєкції на точність виконання картометричних робіт і вибір масштабного ряду навігаційних карт різного територіального охоплення.

#### Література

1. Arden-Close, C.F. An oblique rectangular cylindrical projection / C.F. Arden-Close // *Geographical Journal*. –

1941. – Vol. 97, No. 6. – P. 349-350. – [Oblique Equidistant Cylindrical projection.]

2. de Henseler, M. An oblique azimuthal equidistant projection centered on Addis Ababa / Max de Henseler // *Geophysical Observatory: Bulletin*. – Addis Ababa, 1963. – V. 3, No. 2. – P. 169-172.

3. Gauld, A.C. An azimuthal equidistant projection with Salisbury as the pole / A.C. Gauld // *Rhodesia Scientific Association: Proceedings and Transactions*. – 1945. – V. 40. – P. 30-43.

4. Grafarend, E.W. Map projections: cartographic infor-

mation systems / E.W. Grafarend, F.W. Krumm. – Berlin: Springer, 2006. – 713 p.

5. Jones, W.M. Notes on azimuths, distances and equidistant azimuthal projections in the South Pacific / W.M. Jones // *New Zealand Journal of Science and Technology*. – 1948. – V. 29, No. 6. – P. 325-330.

6. Oldham, R.D. An unconventional map of the world, and a plea for its use in schools / R.D. Oldham // *Geographical Journal*. – 1908. – V. 32, No. 4. – P. 377-380. – [Oblique Azimuthal Equidistant projection centered on Greenwich.]

7. Reeves, E.A. A true bearing and distance diagram for setting a frame-aerial on a distant station / E.A. Reeves // *Royal Geographical Society: Technical Series*. – London, 1929. – No. 5. – 12 p.

8. Snyder, J.P. An album of map projections: Prof. Paper 1453, U.S. Geol. Survey / J.P. Snyder, Ph.M. Voxland. – Washington: U.S. Government Printing Office, 1989. – 248 p.

9. Snyder, J.P. Flattening the earth: two thousand years of map projections / J.P. Snyder. – Chicago and London:



University of Chicago Press, 1997. – 384 p. – ISBN 0226767477.

10. Ward, K.W. The oblique zenithal equidistant projection / K.W. Ward, C. Bateman // Cartographic Journal. – 1967. – V. 4, No. 2. – P. 127-137. – [Centered on Glasgow.]

#### Інтернет-ресурси

11. *Aeronautical Charts: Annex 4 to the Convention on International Civil Aviation. International Standards and Recommended Practices.* – Montréal, Quebec, 2009. – 166 p. – ISBN 978-92-9231-338-8. – Mode of access:

[https://www.casa.gov.au/sites/g/files/net351/f/\\_assets/main/lib91135/an04\\_cons.pdf](https://www.casa.gov.au/sites/g/files/net351/f/_assets/main/lib91135/an04_cons.pdf)

12. Botley, F.V. A new use for the Plate Carrée projection / F.V. Botley // Geographical Review. – 1951. – Vol. 41, No. 4. – P. 640-644. – [Oblique Equidistant Cylindrical projection]. – <http://www.jstor.org/stable/210710>

13. Davies, J. Maps: Other: Azimuth and Distance from London / J. Davies. – <https://www.jasondavies.com/maps/azimuth-distance>

14. Furuti, C.A. Home page: Map projection: Oblique projections / C.A. Furuti. – <http://www.progonos.com/furuti/MapProj/CartIndex/cartIndex.html>

Надійшла 14.10.15

\* \* \*

УДК 528.88: 627.8

Т. М. Курач, І. О. Підлісецька, О. В. Томченко

## РЕКОНСТРУКЦІЯ ВИГЛЯДУ РІЧИЩА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРА ЗА КОСМІЧНИМИ ЗНІМКАМИ

*Предложена методика исследования трансформации природных явлений с использованием картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли. Ее апробировано на примере оценки трансформации русла и пойменных комплексов Киевского и Каневского водохранилищ. Для создания карт реконструкции использованы немецкие топографические карты 1943 г. Рассчитанный индекс содержания влаги и проведенная бинарная классификация космоснимков со спутников Landsat позволили оценить состояние русла на 1985 и 2015 гг.*

*The method of study of transformation of natural phenomena with the use of cartographic materials and materials for remote sensing of the Earth is proposed. The method was tested by the example of the evaluation of the transformation of river bed and floodplain complexes of Kyiv and Kaniv reservoirs. To create maps of reconstruction of reservoirs German topographic maps of 1943 were used. Calculated index of moisture content and conducted binary classification of space imageries from Landsat satellites allowed to assess the bed condition in 1985-2015.*

**Постановка проблеми.** Первинне русло Дніпра, який протікає територією України, в природному стані збереглося лише на ділянці в 100 км. Решта зарегульована каскадом Дніпровських водосховищ: Київським, Канівським, Кременчуцьким, Дніпродзержинським, Дніпровським, Каховським загальною площею водного дзеркала близько 7 тис. км<sup>2</sup>. Масові проектні й практичні гідробудівельні роботи на Дніпрі розпочалися в 1928 р. зі спорудження Дніпрогесу, а потім ще низки гідровузлів і завершилися в 1980 р. За весь цей час річку від державного кордону з Республікою Білорусь до Каховки було перетворено на каскад водосховищ.

Цей грандіозний проект вирішив проблему безпечного забезпечення електроенергією і водою населення, промисловості та сільського господарства, збільшення обсягів водоспоживання і рівномірного його розподілу протягом року, захистив долину річки від катастрофічних повеней. Водночас створення великих водосховищ на Дніпрі спричинило затоплення значних площ земель, зміну гідрологічного, гідрохімічного та гідробіологічного режимів самої річки, а

також інженерно-геологічних умов у прибережних зонах, функціональне перетворення екосистеми з річкової на озерно-річкову з відповідним сповільненням водообміну і самоочищення вод, значними втратами води від випаровування тощо.

Усього Дніпровськими водосховищами затоплено майже 710 тис. га земель, з них 197,6 тис. га – це піщані землі та землі, непридатні для використання, 261,5 тис. га – ліси, дрібнолісся, 177,6 тис. га – сінокоси, пасовища, 73,2 тис. га – орні землі, сади, садиби. Продуктивні землі становили близько 30 % затопленої території. За даними В. Кредо, затоплено понад 3 тис. сіл, зігнано з одвічних земель більш як 3 млн людей, знищено понад 500 тис. садиб, зруйновано і затоплено понад 2 500 релігійних храмів, майже 3 тис. шкіл, приблизно стільки ж бібліотек і музеїв [4]. Тільки Київське водосховище затопило близько 250-ти християнських храмів і релігійних споруд [3]. Зникло багато археологічних, архітектурних і культурних пам'яток різних епох, зокрема Київське водосховище затопило майже 300 давніх поселень періоду Київської Русі.

Водосховища значно вплинули на природу краю: в результаті затоплення плавнів збіднів багатий тваринний і рослинний світ, змінився видовищний

© Т. М. Курач, І. О. Підлісецька, О. В. Томченко, 2015