



## ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОЇ ПСЕВДОКОНІЧНОЇ РІВНОВЕЛИКОЇ ПРОЕКЦІЇ БОННА З ЕФЕКТОМ ЗБІЛЬШУВАЛЬНОЇ ЛІНЗИ ДЛЯ КАРТОГРАФУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*Доказана целесообразность использования равновеликой псевдоконической сердцевидной проекции Бонна как математической основы для составления мелкомасштабных тематических, региональных и бланковых карт Украины. Построены графические и картографические модели распределения искажений. Предложен модифицированный вариант проекции с эффектом увеличительного стекла – With love to Ukraine, выполнена ее оптимизация. Приводится математическое обоснование, построены модели картографических сеток этой проекции.*

*The advisability of use of an equal-area pseudoconic heart-shaped Bonne projection as a mathematical basis for composition of small-scale thematic, regional and outline maps of Ukraine is proved. Graphical and cartographic patterns of deviation distribution were made. A modified version of the projection with the Magnifying Glass effect - With love to Ukraine is proposed, and its optimization is performed. The mathematical argumentation is carried out and patterns of cartographical grids of this projection were made.*

**Постановка проблеми.** При укладанні сучасних географічних карт важливим завданням є вирішення питання вибору або вишукування картографічних проекцій, які забезпечують можливість оптимального вирішення різноманітних завдань. Трапляється, що жодна з відомих проекцій не може забезпечити отримання зваженого рішення, а отже, виникає необхідність модифікації існуючих картографічних проекцій, що повною мірою відповідали б 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 і співробітники ДНВП "Картографія" системно працюють над модифікацією існуючих картографічних проекцій для укладання та видання географічних карт України.

Мета даної публікації – обґрунтування можливостей використання модифікованих варіантів псевдоконічної рівновеликої проекції Бонна для картографування території країни.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, що стосуються поставленої проблеми.** Теоретико-методичні засади модифікації існуючих картографічних проекцій висвітлено у класичному підручнику О. Моллінгера [7], а математичне обґрунтування проекції Бонна у сферичному та еліпсоїдальному варіантах, особливості побудови системи координат проекції – у працях А. Ансерме [1], К. Бьошліна [2] і того самого О. Моллінгера [8]. Можливості використання і технології побудови змінно-масштабних анаморфованих картографічних зображень розглядаються у працях Д. Фейберна і Дж. Тейлора [4], С. Гусейн-Заде і В. Тікунова [5], Т. Хагерстранда [6], а доцільність використання проекції Бонна при побудові супутникових зображень – у брошурі А. ван Зіла [10]. Практичні аспекти побудови картографічних проекцій з ефектом збільшувальної лінзи висвітлюються у працях

Дж. П. Снайдера [9] та К. Ванга і Ю. Ху [11]. Проблеми використання модифікованих варіантів псевдоконічної рівновеликої проекції Бонна для картографування території України у вітчизняній картографічній літературі практично не розглядалися.

**Виклад основного матеріалу. Загальні положення.** Псевдоконічними (з грец. ψευδο – несправжній) називають картографічні проекції, паралелі яких зображуються дугами концентричних кіл, а меридіани – кривими лініями, симетричними відносно прямолінійного центрального меридіана, на якому розміщується центр паралелей.

Псевдоконічні картографічні проекції зовні дещо нагадують конічні, однак паралелі в них є лише частково концентричними колами. На відміну від псевдоциліндричних проекцій, у псевдоконічних меридіани є не прямими, а кривими рівновіддаленими лініями, що, як правило, утворюють серцеподібне картографічне зображення.

Загальні рівняння псевдоконічних проекцій у прямокутних координатах мають такий вигляд:  $x = \rho_0 - \rho \cos \delta$ ,  $y = \rho \sin \delta$ , де  $\rho$  – полярний радіус;  $\delta$  – полярний кут;  $\rho_0 = \text{const}$  – полярна відстань південної паралелі на площині. Із визначення і формул псевдоконічних проекцій випливає, що їх картографічні сітки є неортогональними, а довжини дуг меридіанів є функціями від широти  $\varphi$  і довготи  $\lambda$ . Ортогональність зображення зберігається лише на прямолінійному центральному меридіані та на стандартній паралелі з широтою  $\varphi_1$ , а ізоколи мають вигляд кривих, що попарно симетричні відносно центрального меридіана. Дані картографічні проекції не можуть бути рівнокутними або рівнопроміжними вздовж меридіанів, а лише рівновеликими або довільними. Паралелі відображуються рівноподільними колами, вздовж яких зберігаються довжини дуг або масштаб довжин. Якщо  $\delta = \alpha \lambda$ , то псевдоконічні проекції перетворюються на конічні, а якщо  $\delta = \lambda$  – на азимутальні. Якщо центр паралелей віддалений на нескінченність ( $\rho_0 = \infty$ ), тоді паралелі перетворюються на паралельні прямі й утворюються псевдоциліндричні проекції, а якщо центр паралелей розміщується на дотичній площині ( $\rho_0 = 0$ ),

то паралелі перетворюються на колові криві й утворюються псевдоазимутальні проекції.

Концепцію псевдоконічних проекцій з круговими паралелями і вигнутими меридіанами було запропоновано ще у II ст. н. е. Зокрема, перші рудиментарні форми даної проекції наводяться у працях Клавдія Птолемея (близько 100 р. н. е.). Вони отримали розвиток у працях Бернарда Сільвано (1511 р.). У 1752 р. видатний французький картограф Рігобер Бонн (1727-1795) запропонував математичне обґрунтування псевдоконічної рівновеликої серцеподібної проекції у сферичному та еліпсоїдальному варіантах.

Проекція Бонна (Vonne projection) належить до класу псевдоконічних рівновеликих серцеподібних проекцій. Картографічна сітка у ній виглядає так: центральний меридіан – прямий, інші меридіани – складні криві, що з'єднують відповідні рівновіддалені точки уздовж кожної з паралелей і мають вигин від центрального меридіана, а паралелі – дуги концентричних кіл, які зберігають масштаб довжин уздовж центрального меридіана (кривина стандартної паралелі дорівнює кривині кривої дотичного до кулі конуса). Полюси у проекції зображуються точками. Картографічна сітка симетрична відносно центрального меридіана.

Масштаб зображення зберігається вздовж центрального меридіана і будь-якої паралелі. Відстань між паралелями картографічної сітки постійна і дорівнює дійсній відстані між паралелями у масштабі карти. Центральний меридіан і стандартна паралель відображуються у проекції без спотворень, а точка їх перетину є центром проекції. Вибір стандартної паралелі з широтою  $\varphi_1$  визначає вигляд картографічної сітки проекції. У граничних випадках стандартна паралель може відповідати точці полюса або лінії екватора, тобто  $\varphi_1=90^\circ$  або  $0^\circ$ . При цьому отримують відповідно псевдоконічну рівновелику проекцію Штаба – Вернера (мал. 1) або псевдоциліндричну рівновелику синусоїдальну проекцію Сансона – Флемстіда.

Проекцію Бонна можна отримати трансформуванням кінчної рівнопроміжної вздовж меридіанів проекції Деліля, залишаючи при цьому незмінними довжини дуг концентричних кіл паралелей і центрального меридіана вихідної проекції (всі інші криволінійні меридіани отримують за умови збереження відстаней між ними вздовж паралелей). Джон Бартолом'ю використав комбінацію проекції Бонна і кінчної рівнопроміжної вздовж меридіанів проекції Деліля для створення власних проекцій з двома стандартними паралелями – Kite (повітряний змій, 1942 р.) і Regional (регіональна, 1958 р.). Обидві комбінації використовують розриви зображення вздовж лінії Північного тропіка і застосовуються для створення карт суходолу, а для створення карт океанів розроблено проекцію Lotus (лотос, 1958 р.), що є варіацією проекції Regional.

Протягом XIX ст. проекція Бонна в еліпсоїдальному варіанті використовувалась для створення великомасштабних топографічних карт деяких



Мал. 1. Псевдоконічна рівновелика серцеподібна проекція Штаба – Вернера (варіація проекції Бонна,  $\varphi_1=90^\circ$  пн. ш.)

європейських країн. Зокрема, у 1802 р. Бонн запропонував, а спеціальна комісія Depot de la Guerre прийняла дану проекцію як основну для карт військової агенції Франції.

Пізніше під назвою "Depot de la Guerre projection" її використовували при укладанні різномасштабних топографічних і оглядово-топографічних карт багатьох країн Європи, зокрема Бельгії (1:20 000 і дрібніше), Данії (1:20 000), Італії (1:500 000), Нідерландів (1:25 000), Австро-Угорщини (1:750 000), Росії (1:126 000), Іспанії (1:200 000), Швейцарії (1:25 000 та 1:50 000), Шотландії та Ірландії (1:63 360 і дрібніше), а також Франції (1:80 000 та 1:200 000).

Тепер при укладанні великомасштабних топографічних карт Франції замість проекції Бонна використовується поперечна рівнопроміжна циліндрична проекція Кассіні – Зольднера, а в інших країнах – проекції UTM і Гаусса – Крюгера, оскільки конформні проекції є кращими за рівновеликі саме при створенні топографічних карт.

Сучасне застосування проекції Бонна обмежується дрібномасштабним картографуванням окремих континентів, оскільки вона приваблює естетичним поєднанням вигнутих меридіанів і паралелей. Зокрема, ця проекція використовується для картографування Південної Америки (при цьому головна паралель вибирається в середніх широтах Південної півкулі). Більшість ГІС підтримують проекцію Бонна як континентальну проекцію.

**Математичне обґрунтування проекції.** У прямокутних координатах рівновелика псевдоконічна проекція Бонна описується так:  $x=\rho \sin E$ ,  $y=\text{ctg} \varphi_1 - \rho \cos E$ , де  $\rho=\text{ctg} \varphi_1 + \varphi_1 - \varphi$ ;  $E=(\lambda - \lambda_0) \cos \varphi / \rho$ . Вісь  $Y$  розміщується вздовж центрального меридіана з довготою  $\lambda_0$  і спрямована на північ. Вісь  $X$



перпендикулярна до осі  $Y$  і перетинає її в точці з координатами  $(\varphi_1, \lambda_0)$ , де  $\varphi_1$  – широта стандартної паралелі. У класичному варіанті проекції Бонна використовується стандартна паралель  $40^\circ \leq \varphi_1 \leq 60^\circ$ , однак можуть використовуватись і будь-які інші її варіанти.

При підстановці  $\rho$  і  $E$  вихідні рівняння проекції набувають такого вигляду:

$$x = [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] \sin \left[ \frac{R \cos \varphi}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} (\lambda - \lambda_0) \right];$$

$$y = R \operatorname{ctg} \varphi_1 - [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] \cos \left[ \frac{R \cos \varphi}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} (\lambda - \lambda_0) \right].$$

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

$$\frac{\partial x}{\partial \varphi} = -R \sin \left[ \frac{R \cos \varphi (\lambda - \lambda_0)}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \right] +$$

$$+ [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] \cos \left[ \frac{R \cos \varphi (\lambda - \lambda_0)}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \right] \times$$

$$\times \frac{-(\lambda - \lambda_0) R \sin \varphi [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] + (\lambda - \lambda_0) R^2 \cos \varphi}{[R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)]^2};$$

$$\frac{\partial y}{\partial \varphi} = R \cos \left[ \frac{R \cos \varphi (\lambda - \lambda_0)}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \right] +$$

$$+ [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] \sin \left[ \frac{R \cos \varphi (\lambda - \lambda_0)}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \right] \times$$

$$\times \frac{-(\lambda - \lambda_0) R \sin \varphi [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] + (\lambda - \lambda_0) R^2 \cos \varphi}{[R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)]^2};$$

$$\frac{\partial x}{\partial \lambda} = \frac{R \cos \varphi}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \times$$

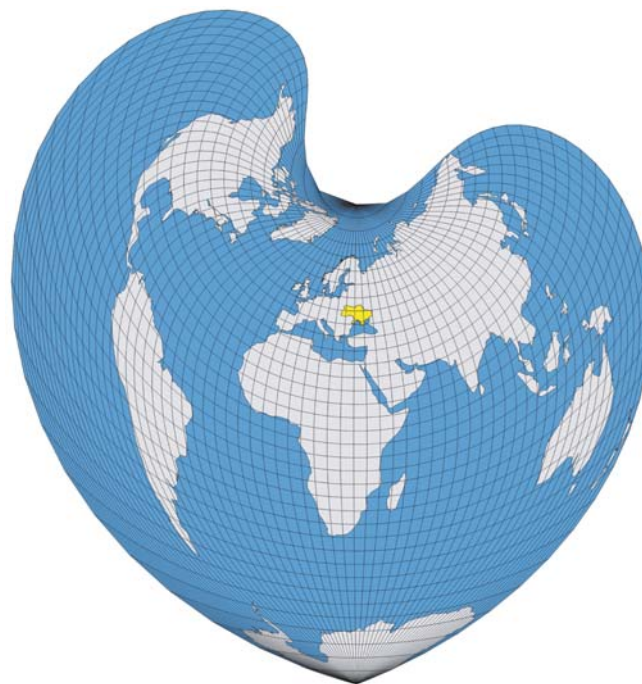
$$\times [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] \cos \left[ \frac{R \cos \varphi (\lambda - \lambda_0)}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \right];$$

$$\frac{\partial y}{\partial \lambda} = \frac{R \cos \varphi}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \times$$

$$\times [R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)] \sin \left[ \frac{R \cos \varphi (\lambda - \lambda_0)}{R \operatorname{ctg} \varphi_1 - R(\varphi - \varphi_1)} \right],$$

на основі яких було обчислено коефіцієнти першої квадратичної форми Гауса  $E$ ,  $F$ ,  $G$ , проведено повне аналітичне дослідження проекції та визначено параметри її спотворень  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $\omega$ .

**Модифікації оригінальної проекції.** В оригінальному варіанті проекції Бонна використано стандартну паралель  $\varphi_1 = 45^\circ$  пн. ш. Це продиктовано вимогами мінімізації спотворень у межах території Франції. При картографуванні України цілком обґрунтованим є використання модифікованого варіанту проекції зі стандартною паралеллю  $\varphi_1 = 48^\circ$  пн. ш. і центральним меридіаном  $\lambda_0 = 31^\circ$  сх. д. (мал. 2).



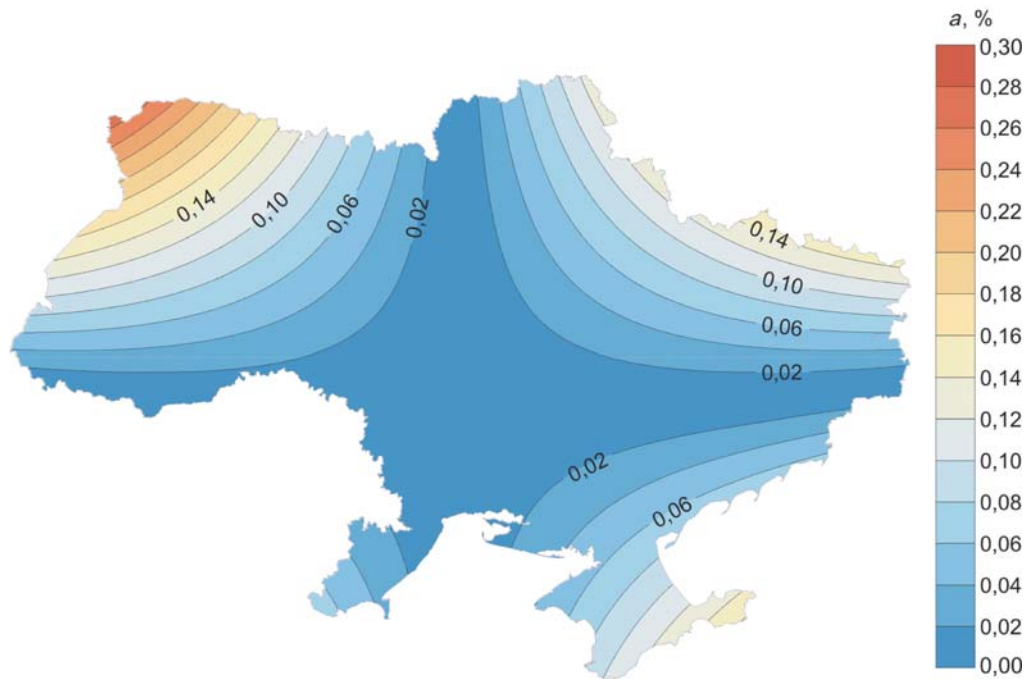
Мал. 2. Модифікована псевдоконічна рівновелика серцеподібна проекція Бонна ( $\varphi_1 = 48^\circ$  пн. ш.,  $\lambda_0 = 31^\circ$  сх. д.)

Її побудовано з умовою збереження цілісності континентальної частини країни, тому серцеподібна форма проекції певною мірою порушена через непропорційність її складових відносно осі симетрії. Унаслідок цього територія країни опиняється у центрі проекції, що дозволяє використовувати її при укладанні тематичних карт "Геополітичне положення України", "Зовнішньоекономічні зв'язки України", "Україна у світі" тощо.

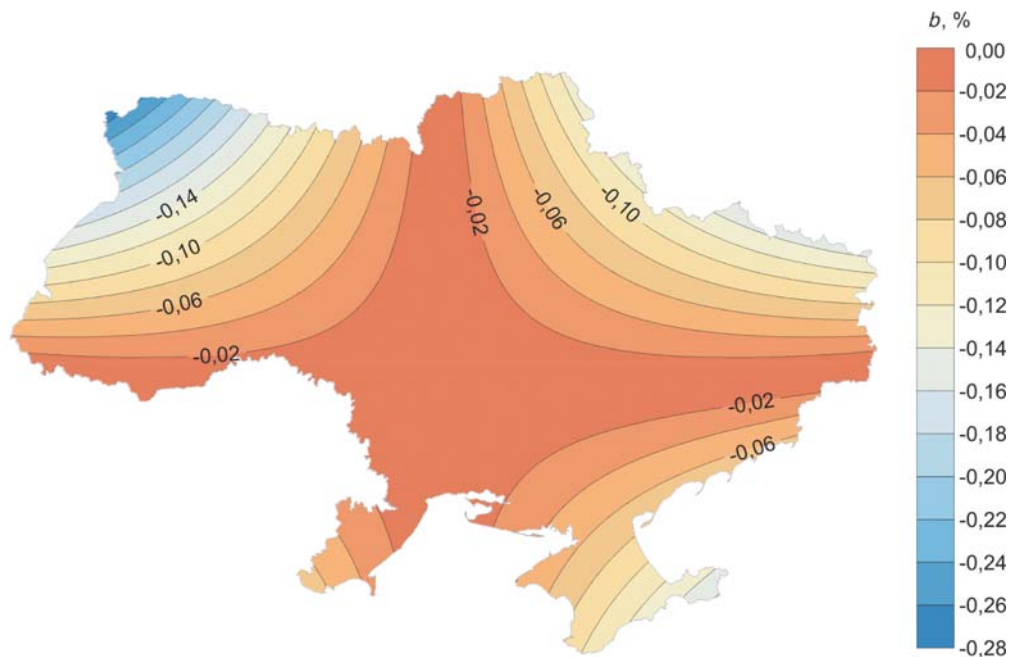
Числові значення параметрів спотворень  $a$ ,  $b$  і  $\omega$  у вузлах картографічної сітки модифікованої рівновеликої псевдоконічної проекції Бонна наведено у таблицях 1-3, а їх просторовий розподіл відображено на малюнках 3-5.

Таблиця 1. Значення максимальних масштабів довжин  $a$  у вузлах картографічної сітки модифікованої проекції Бонна

Широта $\varphi$	Довгота $\lambda$								
	23°	25°	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°
52°	1,00327	1,00245	1,00163	1,00082	1,00000	1,00082	1,00163	1,00245	1,00327
50°	1,00163	1,00122	1,00082	1,00041	1,00000	1,00041	1,00082	1,00122	1,00163
48°	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
46°	1,00163	1,00122	1,00082	1,00041	1,00000	1,00041	1,00082	1,00122	1,00163
44°	1,00327	1,00245	1,00163	1,00082	1,00000	1,00082	1,00163	1,00245	1,00327

Мал. 3. Ізоколи  $a$  модифікованої проєкції БоннаТаблиця 2. Значення мінімальних масштабів довжин  $b$  у вузлах картографічної сітки модифікованої проєкції Бонна

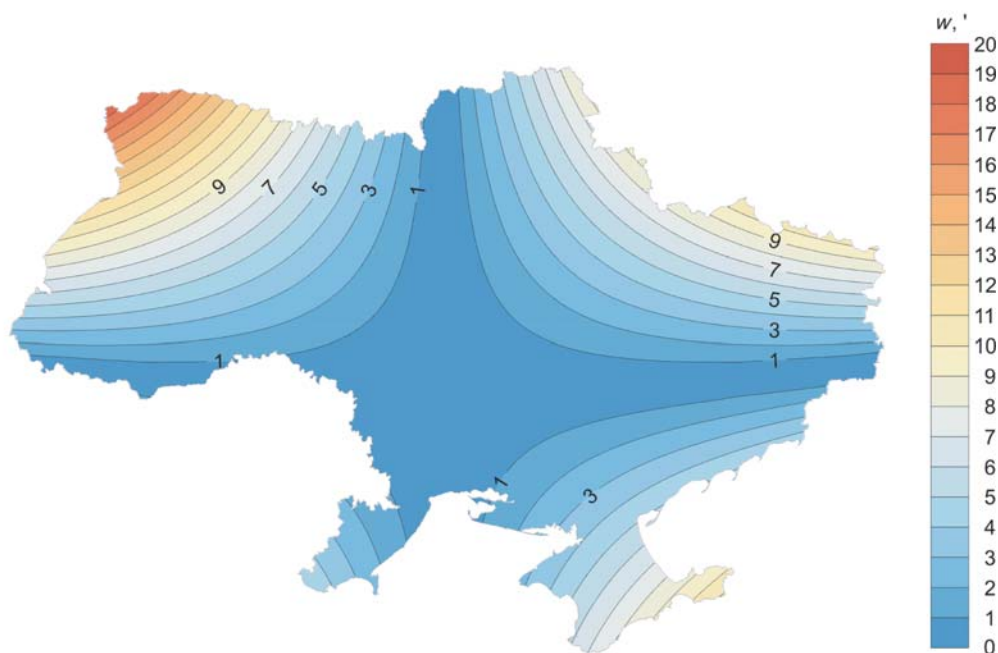
Широта $\varphi$	Довгота $\lambda$								
	23°	25°	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°
52°	0,99674	0,99755	0,99837	0,99918	1,00000	0,99918	0,99837	0,99755	0,99674
50°	0,99837	0,99878	0,99918	0,99959	1,00000	0,99959	0,99918	0,99878	0,99837
48°	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
46°	0,99837	0,99878	0,99918	0,99959	1,00000	0,99959	0,99918	0,99878	0,99837
44°	0,99674	0,99755	0,99837	0,99918	1,00000	0,99918	0,99837	0,99755	0,99674

Мал. 4. Ізоколи  $b$  модифікованої проєкції Бонна



Таблиця 3. Значення максимальних спотворень кутів  $\omega$  у вузлах картографічної сітки модифікованої проекції Бонна

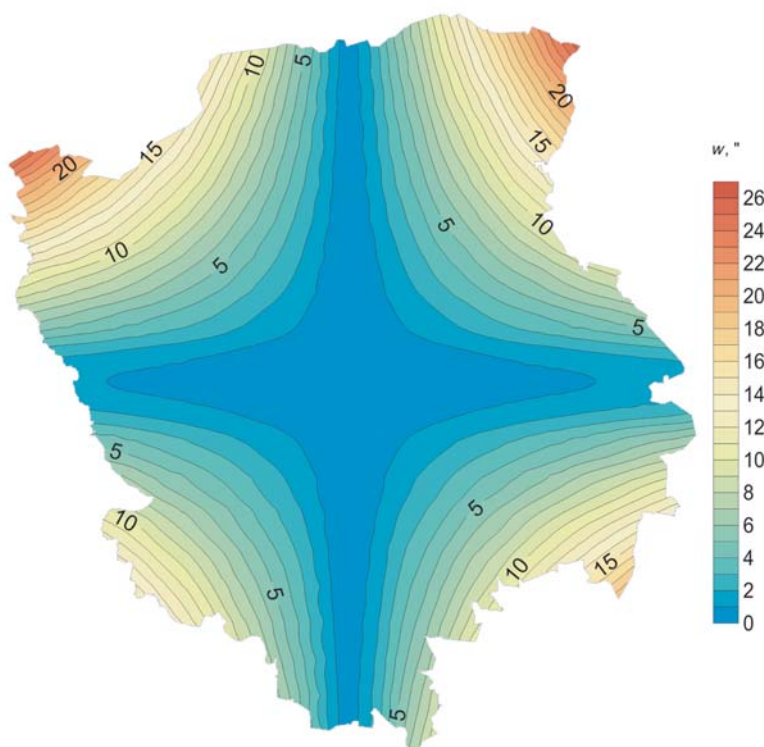
Широта $\varphi$	Довгота $\lambda$								
	23°	25°	27°	29°	31°	33°	35°	37°	39°
52°	0°22'27"	0°16'50"	0°11'13"	0°05'37"	0°00'00"	0°05'37"	0°11'13"	0°16'50"	0°22'27"
50°	0°11'13"	0°08'25"	0°05'36"	0°02'48"	0°00'00"	0°02'48"	0°05'36"	0°08'25"	0°11'13"
48°	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"
46°	0°11'13"	0°08'25"	0°05'36"	0°02'48"	0°00'00"	0°02'48"	0°05'36"	0°08'25"	0°11'13"
44°	0°22'27"	0°16'50"	0°11'13"	0°05'37"	0°00'00"	0°05'37"	0°11'13"	0°16'50"	0°22'27"



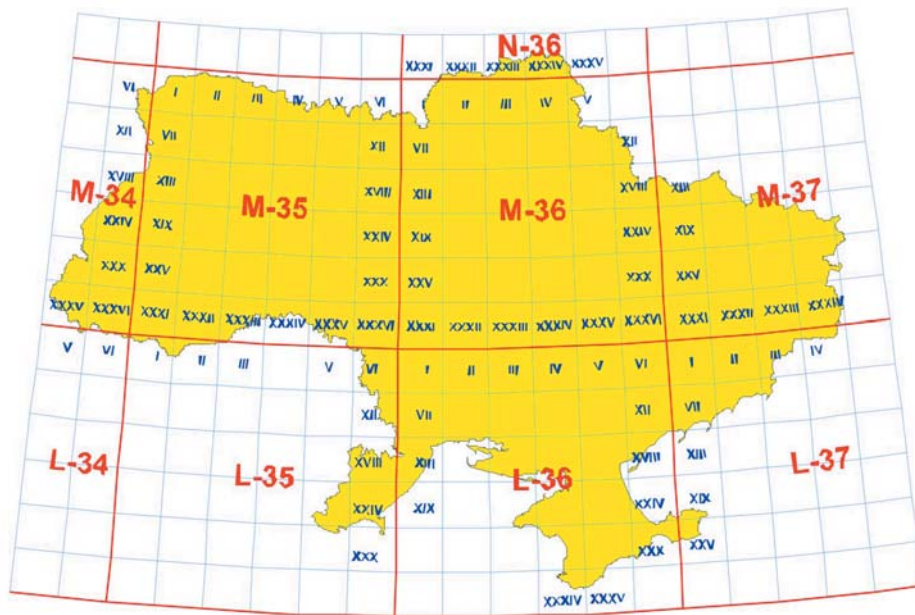
Мал. 5. Ізоколи  $\omega$  модифікованої проекції Бонна

Ізоколи усіх видів (крім  $p=1$ ) мають форму гіперболічних кривих, що асимптотично наближаються до ліній нульових спотворень: стандартної паралелі й центрального меридіана. Такий просторовий розподіл спотворень дає підстави рекомендувати дану проекцію як регіональну для картографування окремих областей України та їх частин. При цьому широта стандартної паралелі та довгота центрального меридіана підбираються індивідуально відповідно до координат центрів контуру території. Просторовий розподіл спотворень  $\omega$  модифікованої рівновеликої псевдоконічної проекції Бонна для території Волинської області наведено на мал. 6.

Іншим напрямом використання даної модифікації проекції Бонна із мінімізованими і збалансованими по всій площі параметрами спотворень є топографічне картографування. Особлива форма комірок картографічної сітки проекції у вигляді правильних сферіодних трапецій дозволяє рекомендувати її для укладання бланкових карт (мал. 7).



Мал. 6. Ізоколи  $\omega$  модифікованої проекції Бонна на регіональній карті Волинської області

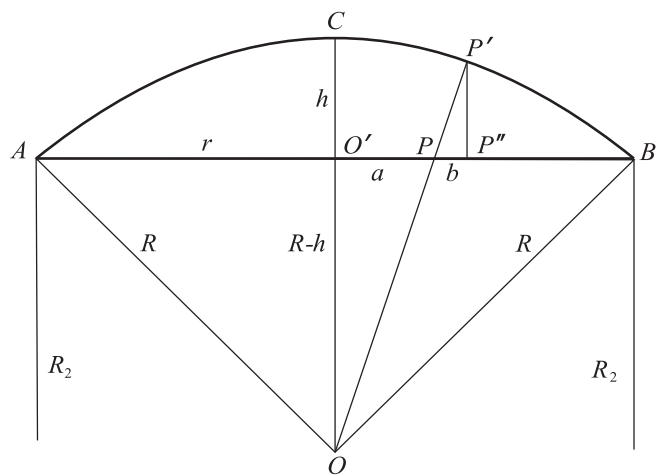


Мал. 7. Використання модифікованої проекції Бонна для укладання бланкових карт України масштабу 1:200 000

Зважаючи на співвідношення площ територій України і світу (1:846), видається очевидним, що використання запропонованої на мал. 2 модифікації проекції для укладання дрібномасштабних тематичних карт слід вважати не зовсім обґрунтованим, тому з метою фокусування і акцентування уваги на контурі України доцільно застосувати ефект збільшувальної лінзи – Magnifying Glass.

Загалом збільшувальна лінза імітує ефект дійсного збільшувального скла, відображуючи у збільшеному вигляді об'єкти, що перекриваються нею. Однак, на відміну від звичайної лупи, кратність її збільшення може регулюватися у певному чітко визначеному діапазоні. Застосування збільшувальних лінз забезпечує утворення змінно-масштабних анаморфованих картографічних зображень. При цьому масштаб зображення може змінюватись стрибкоподібно при переході до поверхні лінзи і бути постійним або поступово змінюватись у її межах.

Конфігурація і площа територій, що підлягають збільшенню, визначають форму і розміри збільшувальних лінз, які у свою чергу визначають параметри рівнянь у прямокутних або полярних координатах. Класичним варіантом лінзи є плоска, геометричну схему якої наведено на мал. 8. Вона утворюється при умові, що  $h/R \ll 1$ , де  $h$  – товщина плоскої лінзи;  $R_1=R$  – зовнішній радіус кривини плоскої лінзи;  $R_2=+\infty$  – внутрішній радіус кривини плоскої лінзи (внутрішня поверхня лінзи є плоскою).



Мал. 8. Геометрія плоскої збільшувальної лінзи

З теорії оптики плоскої лінзи відомо, що  $h \approx r^2/2R$ ,  $R \approx (r^2+h^2)/2h$ , де  $r$  – радіус плоскої лінзи. У полярних координатах проекція зображення на плоску площину лінзи  $O'P$  при збільшенні зміщується на величину  $PP''$ . У наведених позначеннях  $O'P=a$ ,  $PP''=b=R[a^2+(R-h)^2]^{1/2}/[a^2+(R-h)^2]^{1/2}$ .

У межах плоскої збільшувальної лінзи зміщення точки з прямокутними координатами  $(x,y)$  описується так:

$$x_{new} = x_0 + \left[ \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} + \frac{R - \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (R-h)^2}}{\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (R-h)^2}} \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} \right] \times \cos \left( \arctg \left[ \frac{y-y_0}{x-x_0} \right] \right);$$

$$y_{new} = y_0 + \left[ \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} + \frac{R - \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (R-h)^2}}{\sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 + (R-h)^2}} \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2} \right] \times \sin \left( \arctg \left[ \frac{y-y_0}{x-x_0} \right] \right),$$

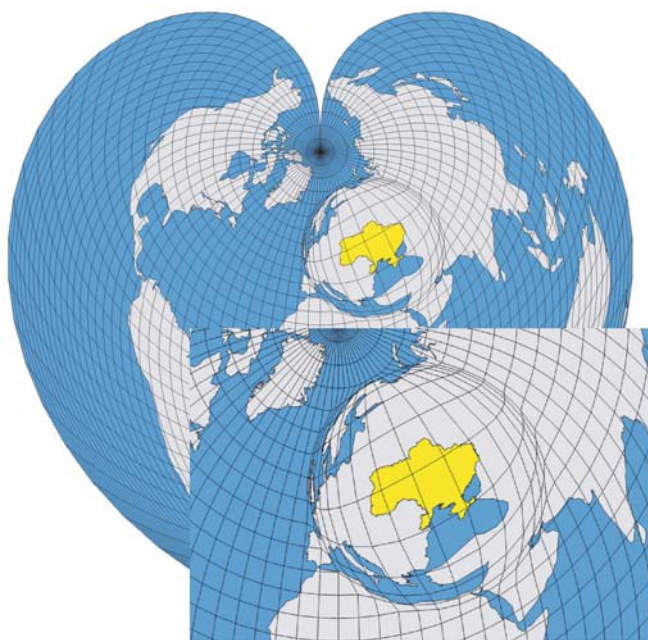


де  $(x_0, y_0)$  – координати центру плоскої лінзи з радіусом кривини  $R$  і товщиною  $h$ .

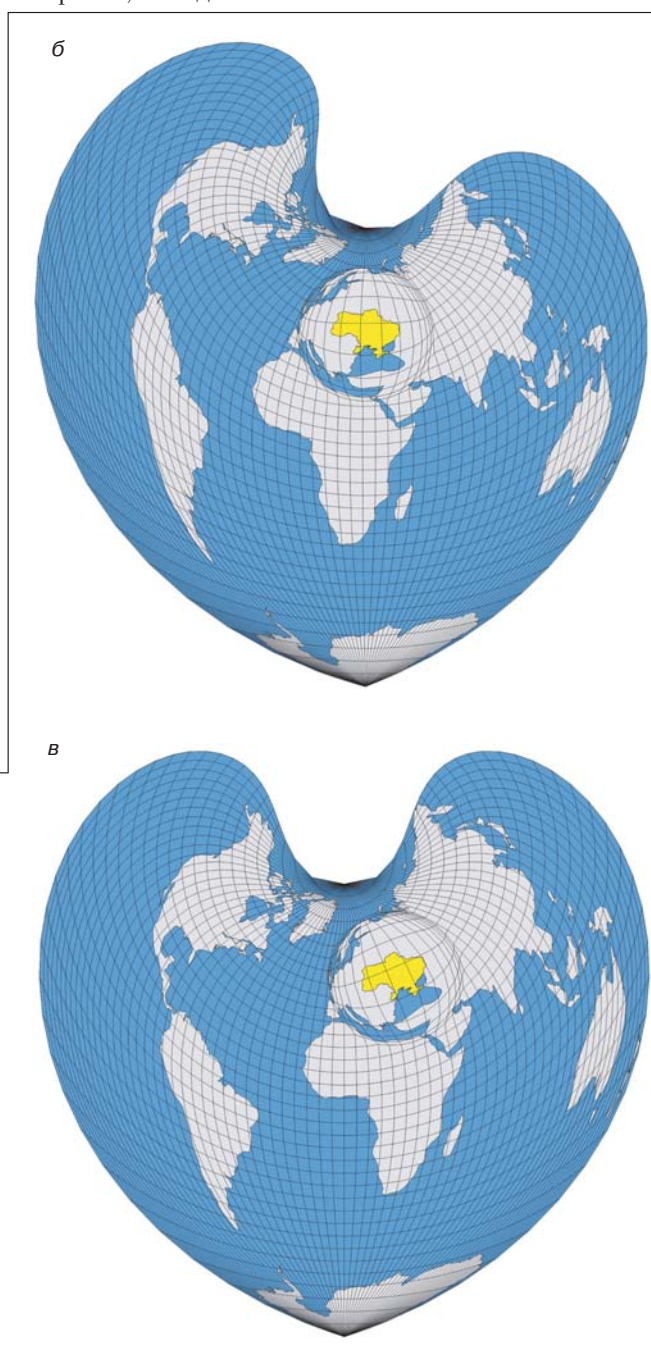
Параметр збільшення плоскої лінзи  $n$  оцінюється співвідношенням радіуса лінзи  $r$  до її товщини  $h$ . Експериментально встановлено, що для одиничного обмежувального радіуса території найоптимальнішим варіантом збільшення плоскої лінзи  $r/h$  є співвідношення 3:2. Один з варіантів плоскої збільшувальної лінзи радіусом  $r=3\,000\,000$  м з координатами геометричного центру України – смт Добровеличківка ( $\varphi=48^{\circ}22'58''$  пн. ш.,

$\lambda=31^{\circ}10'56''$  сх. д.) може бути використаний для укладання дрібномасштабних тематичних карт агітаційно-пропагандистського і національно-патріотичного спрямування: "Інтеграція України в ЄС", "Перспективи економічного розвитку України", "Роль України у світі" тощо (див. як приклад мал. 9).

Інші варіанти плоскої кругової лінзи з параметрами, аналогічними параметру збільшення при різних положеннях стандартної паралелі  $\varphi_1$  і центрального меридіана  $\lambda_0$ , що адаптовані до території України, наведено на мал. 10.



Мал. 9. Варіант модифікованої проєкції Бонна з ефектом збільшувальної лінзи – With love to Ukraine ( $n=1,5$ ) при  $\varphi_1=90^{\circ}$  пн. ш.,  $\lambda_0=0^{\circ}$



Мал. 10. Варіанти модифікованої проєкції Бонна з ефектом збільшувальної лінзи – With love to Ukraine ( $n=1,5$ ):  
а –  $\varphi_1=90^{\circ}$  пн. ш.,  $\lambda_0=31^{\circ}$  сх. д.; б –  $\varphi_1=48^{\circ}$  пн. ш.,  
 $\lambda_0=31^{\circ}$  сх. д.; в –  $\varphi_1=48^{\circ}$  пн. ш.,  $\lambda_0=0^{\circ}$



**Висновки.** У результаті проведених досліджень математично обґрунтовано доцільність застосування рівновеликої псевдоконічної серцеподібної проекції Бонна як математичної основи для укладання географічних карт України різного територіального охоплення. Запропоновано різноманітні модифікації даної проекції з мінімізованими і збалансованими параметрами спотворень, в яких використано ефект збільшувальної лінзи. Вони можуть пригодитися для укладання дрібномасштабних тематичних карт України агітаційно-пропагандистського і національно-патріотичного спрямування.

### Література

1. *Ansermet, A.* Quelques caracteristiques du Systeme de coordonnees Bonne: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik / A. Ansermet. – 1941. – V. 39. – No. 7. – P. 189-192.
2. *Baeschlin, C.F.* Einige Entwicklungen zur Bonne'schen Kartenprojektion / C.F. Baeschlin // Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik. – 1918. – V. 16. – 193 p.
3. *Deetz, C.H.* The Lambert Conformal Conic projection with two standard parallels, including a comparison of the Lambert projection with the Bonne and Polyconic projections / C.H. Deetz // U.S. Coast and Geodetic Survey Spec. – 1918. – Pub. 47. – 61 p.
4. *Fairbairn, D.* Developing a variable-scale map projection for urban areas / D. Fairbairn, G. Taylor // Computers & Geosciences. – 1995. – V. 21. – No 9. – P. 1053-1064.
5. *Gusein-Zade, S.M.* A New Technique for Constructing Continuous Cartograms / S.M. Gusein-Zade, V.S. Tikunov // Cartography and Geographic Information Systems. – 1993. – V. 20. – No. 3. – P. 167-173.
6. *Hagerstrand, T.* Migration and area / T. Hagerstrand // Migration in Sweden: Lund Studied in Geography. – Series B. Human Geography. – 1957. – No.13. – P. 27-158.
7. *Mollinger, O.* Lehrbuch der wichtigsten Kartenprojektionen mit besonderer Berücksichtigung der stereographischen, Bonne'schen und Mercatorprojektion / O. Mollinger // Zürich, Caesar Schmidt. – 1882. – 142 p.
8. *Mollinger, O.* Beweis, das die Bonne'sche Entwurfsart die Länder ihrem Flächeninhalte auf der Kugelfläche gemäß. darstellt / O. Mollinger // Zach's Monatliche Korrespondenz zur Beförderung der Erd- und Himmels-Kunde. – 1806. – V. 13, feb. – P. 144-152.
9. *Snyder, J.P.* "Magnifying-glass" azimuthal map projections / J.P. Snyder // Amer. Cartographer. – 1987. – V. 14. – No.1. – P. 61-68.
10. *van Zyl, A.S.* Bonne's projection of Meteosat images / A.S. van Zyl // Pretoria, Natl. Physical Research Lab., Optical Sciences Div., 1979. – 20 p.
11. *Wang, Q.* A kind of adjustable map projection with "Magnifying Glass" effect / Q. Wang, Yu. Hu // Acta Geodetica et Cartographica Sinica: Beijing, Publishing House of Surveying and Mapping, 1993. – P. 82-93.

Надійшла 09.12.14

\* \* \*

УДК 528.941:37.011

Т. В. Дудун

## ОСВІТНІЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ ТА НАПРЯМИ ЙОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

*Освещены методологические и методические основы разработки карт развития образовательного комплекса Украины. Проанализированы основные типы карт. Изложены общая характеристика базовых структурных составляющих как факторов территориальной организации комплекса: территориальная организация и функционально-компонентная структура, определяющие ее элементы, развитие уровня образования и образовательного потенциала населения. С использованием ГИС-технологий и мультимедиа определены главные направления проявления пространственно-временных закономерностей развития комплекса. Дан краткий обзор технических приемов и процедур, используемых в мультимедиа.*

*The methodological and methodical basis for making of maps dealing with development of educational complex of Ukraine is highlighted. The main types of maps are analyzed. General characteristics of the basic structural constituents as factors of territorial organization of the educational complex is given: territorial organization and functional-component structure, its master units, development of education level and educational potential of the people. With use of GIS technologies and multimedia main directions of manifestation of spatial-and-time regularities of the educational complex development were determined. A brief review of techniques and procedures used in multimedia is given.*

**Постановка проблеми.** Світ переживає докорінну зміну підходів до освіти та соціокультурної політики загалом, що й зумовило переорієнтацію суспільства на розвиток самої людини, її особистісних та

культурних якостей. Просторова структура світової освіти віддзеркалює територіальні та функціонально-компонентні пропорції в розвитку національних систем освіти країн, істотними складовими якої є *динамічність* та *інтернаціональність*.

Освітній комплекс (ОК) України розвивається

© Т. В. Дудун, 2015