

Information systems modeling

УДК 528.94

doi: 10.20998/2522-9052.2019.3.01

С. М. Андрєєв, В. А. Жилін, А. П. Мельник

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ АНАМОРФОЗНИХ КАРТОГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ГЕОДАНИХ

Анотація. Предметом дослідження є методика побудови площадкових, лінійних та об'ємних анаморфозних картографічних моделей для аналізу геоданих. **Об'єктом дослідження** є процес створення різноманітних типів анаморфозних картографічних моделей. **Метою роботи** є підвищення якості сприйняття геоданих в картографічних моделях на підставі нового підходу до їх візуалізації, що забезпечується незвичним представленням структури геоданих при одночасному врахуванні великої кількості параметрів, які вони містять. **Висновки.** Розроблено методику побудови площадкових, лінійних та об'ємних анаморфозних картографічних моделей, отримано математичну модель та алгоритм процесу створення анаморфозних картографічних моделей з використанням програмного пакету ArcGIS. Методика побудови площадкових анаморфозних картографічних моделей, зокрема, передбачає, завдяки використанню додаткового модуля Cartogram, можливість реалізації в середовищі ArcMap пакету ArcGIS анаморфозних картографічних моделей демографічного стану в Україні на підставі даних про кількість населення. При цьому забезпечується можливість отримання також і об'ємних анаморфозних картографічних моделей демографічного стану. Крім того, на підставі аналізу діяльності авіакомпанії Wizz Air (у якості прикладу сучасних low-cost-авіаперевізників) розроблено методику побудови в середовищі ArcMap лінійних анаморфозних картографічних моделей перельотів, що виконуються даною компанією з України. При цьому обов'язковими складовими таких картографічних моделей є спеціально впроваджені реляційні бази геоданих, що містять вичерпні характеристики авіарейсів. Методика є універсальною і може застосовуватись для будь-яких авіакомпаній і геолокацій перельотів. Запропоновані методики побудови анаморфозних картографічних моделей дозволяють отримувати їх найрізноманітніші типи, що за рахунок специфічної візуалізації забезпечують можливість з різних боків поглянути на досліджувані геодані та отримати нові знання щодо довколишніх природних і техногенних явищ. Саме анаморфозні картографічні моделі дають унікальну можливість візуально представити неочевидні факти з можливістю висвітлення прихованих природно-географічних закономірностей та проведення аналізу взаємозв'язків між явищами довкілля на тлі їх визначальних характеристик.

Ключові слова: анаморфозна картографічна модель; реляційні бази і аналіз геоданих; авіаперельоти; демографічний стан.

Вступ

Актуальність розвинення технологій побудови анаморфозних картографічних моделей полягає у необхідності підвищення якості візуалізації геоданих для їх безпомилкового аналізу. За допомогою анаморфозних моделей можна з нових точок зору поглянути на картографічні візуалізації отримати нові додаткові знання та висновки щодо довколишніх природних і техногенних явищ з урахуванням великої кількості поточних параметрів.

В даній статті представлено методики побудови анаморфозних картографічних моделей різноманітних тематичних типів. Основні переваги анаморфозних картографічних моделей полягають у такому:

1. Поряд з табличними даними і звичайними тематичними картами анаморфозна картографічна модель є більш наочною і надає додатковий спосіб для відображення і, відповідно, сприйняття показників геоданих.

2. На відміну від табличних даних, що зазвичай представляються у стислій та недостатньо наочній числовій формі, а звідси, у великих обсягах важкі в розумінні, реляційні бази даних, рекомендовані в даній роботі для інтеграції в анаморфозні картографічні моделі, повноцінно забезпечують когнітивну доступність сприйняття необхідних характеристик і параметрів геоданих.

3. Звичайні тематичні карти представляють дані про досліджувані явища тільки кольором. На відміну від цього, анаморфозні карти оперують лінійними, площадковими, об'ємними та нерегулярними триангуляційними мережевими (TriangularIrregularNetworks – TIN) засобами візуалізації географічної інформації. При цьому також використовується прийом навмисного змінювання розміру певної області картографічного зображення в обхід звичайного масштабу задля більшої наочності.

Взагалі, анаморфози представляють собою зображення, де розміри і форми перебільшені і навіть дещо спотворені для яскравого візуального представлення тематичного змісту, тобто розміри та форми візуалізованих географічних територій змінюються відповідно до предмета інтересу. Серед анаморфозних моделей можна виділити лінійні, площадкові та об'ємні анаморфозні моделі, які представляються у вигляді трансформованих блок-діаграм або рельєфних карт [1]. Перша лінійна анаморфозна картографічна модель була створена в середині ХХ ст. на основі масштабу часу. Створення першої площадкової анаморфозної картографічної моделі відноситься до початку ХХ ст. Саме анаморфозна картографічна модель ілюструвала результати голосування з виборів до рейхстагу [2].

Приклад анаморфозних моделей за 1989 рік представлений на рис. 1 [3].

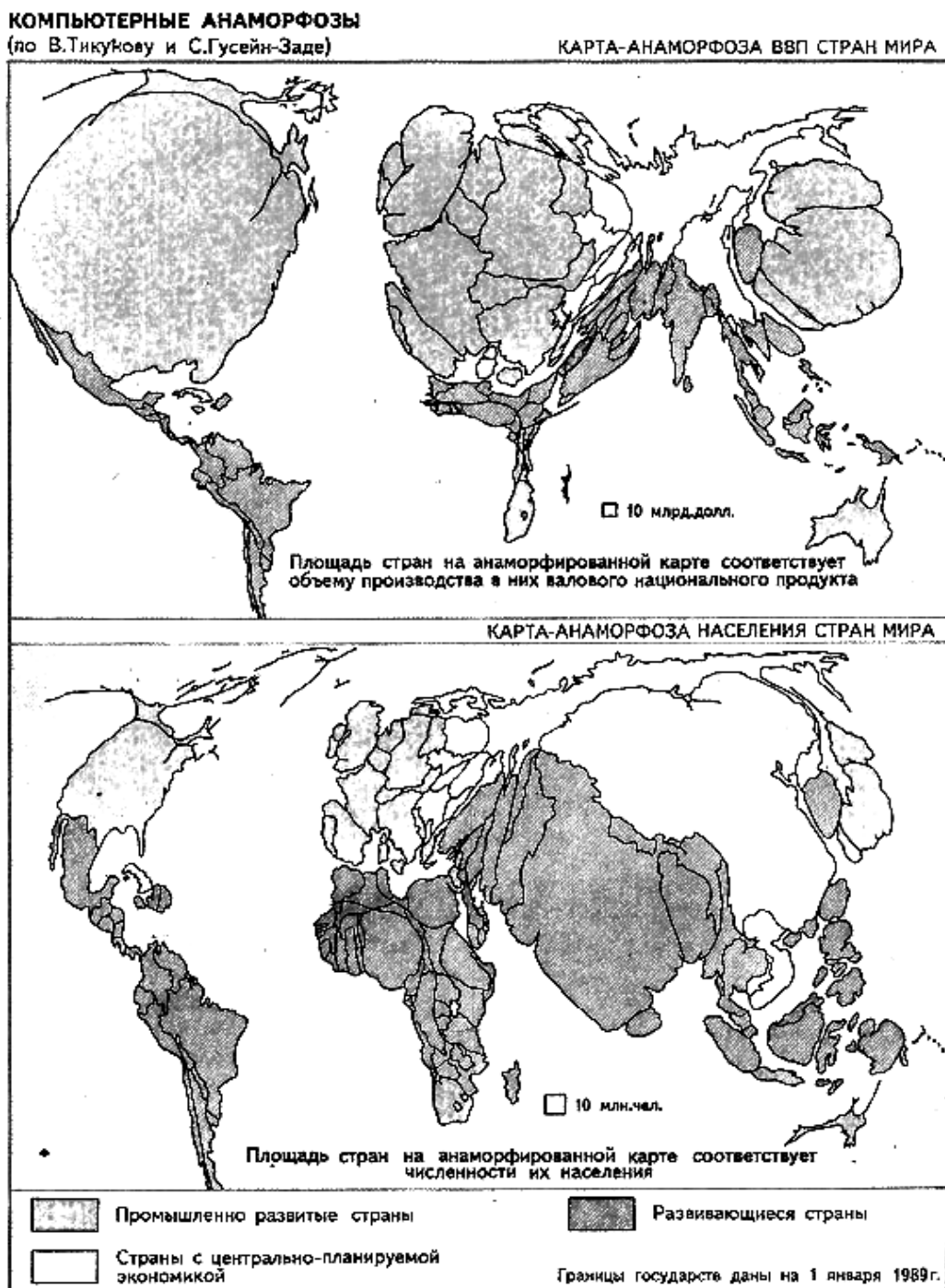


Рис. 1. Пример анаморфозных моделей

Створення анаморфозних картографічних моделей можливо проводити вручну, використовувати механічний, фотографічний спосіб, а також більш досконалий та сучасний метод, заснований на застосуванні ГІС-технологій.

При побудові площадкових анаморфозних картографічних моделей відбувається трансформування площ в залежності від характеристики досліджуваного явища (рис. 2) [2]. Під об'ємними анаморфозними картографічними моделями розуміють зображення з основою у вигляді площадкових анаморфозних картографічних моделей і висотами, обчисленими на підставі характеристики досліджуваного явища (рис. 3). При побудові лінійних анаморфоз-

них картографічних моделей фізичні відстані замінюються умовними відстанями, наприклад в одиницях часу або вартості [4].

Приклад лінійної анаморфозної моделі представлено на рис. 4 [5]. Класифікація анаморфозних картографічних моделей представлена на рис. 5.

За всю історію створення та використання анаморфозних картографічних моделей можна знайти приклади їх використання в різних сферах діяльності. Найбільш часто анаморфозні картографічні моделі використовуються для різноманітних характеристик населеності територій та для відображення якості навколишнього середовища: забруднення повітря, водойм, ґрунтів, тощо.

Most visited website per Country

weighted by Internet Population

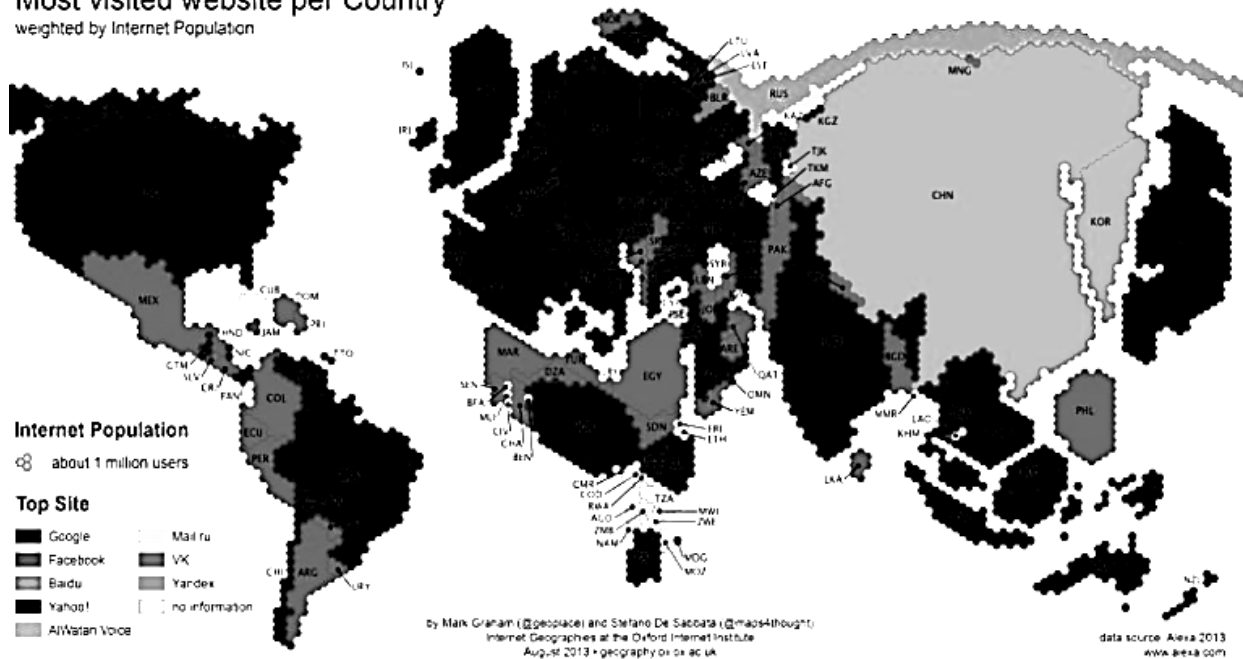


Рис. 2. Приклад анаморфозної моделі "Найбільш відвідувані сайти світу"

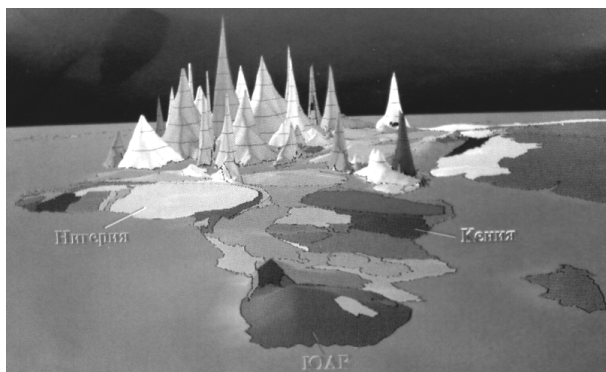


Рис. 3. Приклад об'ємної анаморфозної моделі

Використовуючи анаморфозні картографічні моделі, можна проводити аналіз взаємозв'язків між явищами та об'єктами на тлі їх визначальних характеристик, зокрема проводити оптимізацію розміщення мереж навчальних закладів, лікарень, установ обслуговування, які в загальному випадку мають бути розташовані рівномірно. Також анаморфозні картографічні моделі використовують для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій. Побудова анаморфозних моделей дозволяє приймати рішення щодо раціонального розподілення сил та засобів ліквідаторів з урахуванням непевно формалізованих особливостей місцевості і характеру можливих наслідків надзвичайних ситуацій [6].

Постановка задачі. *Предметом дослідження* є методика побудови площадкових, лінійних та об'ємних анаморфозних картографічних моделей для аналізу геоданих.

Об'єктом дослідження є процес створення різноманітних типів анаморфозних картографічних моделей.

Метою дослідження є підвищення якості сприйняття геоданих в картографічних моделях на

підставі нового підходу до їх візуалізації, що забезпечується незвичним представленням структури геоданих при одночасному врахуванні великої кількості параметрів, які вони містять.

Для досягнення мети роботи використано статистичні дані та геоінформаційні системи різних структур і вирішено такі задачі:

- побудова математичної моделі та алгоритму процесу створення анаморфозних картографічних моделей;
- розроблення методики побудови площадкових, лінійних та об'ємних анаморфозних картографічних моделей;
- практична реалізація побудови анаморфозних картографічних моделей.

Результати досліджень

1. Побудова математичної моделі та алгоритму процесу створення анаморфозних картографічних моделей. Алгоритм побудови анаморфозних картографічних моделей виходить з опису площини та оснований на діленні території на комірки. Замість загальноприйнятої квадратної комірки можуть виступати різноманітні геометричні фігури та одиниці територіального розподілу.

За основу взято те, що картографічне зображення знаходиться на площині R^2 з декартовими координатами (x, y) . При цьому його проекція є рівновеликою, тобто не враховуються можливі вихідні спотворення площ та відстаней.

Припускається, що D — область на площині R^2 , а саме — картографічне зображення.

Розподіл досліджуваного показника описується функцією щільності $p(z)$, визначеної апіорі на частині D площини R^2 . Заради того, щоб не втратити спільності, функція щільності $p(z)$ визначена на всій площині R^2 .

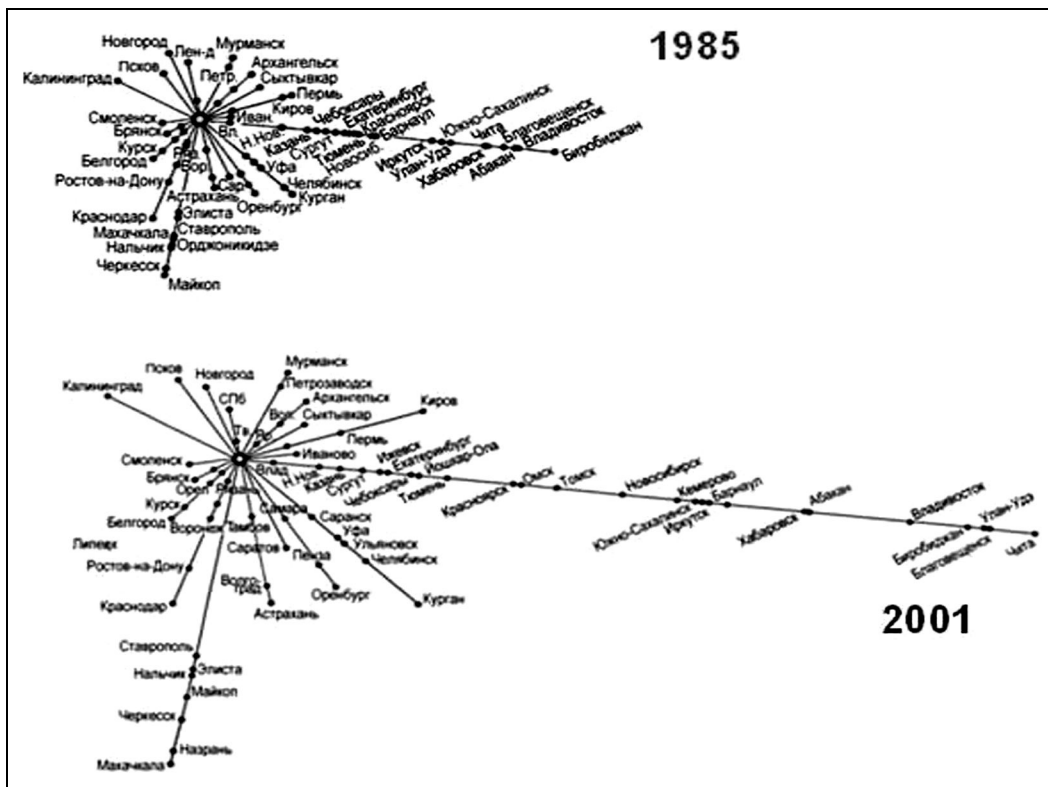


Рис. 4. Лінійна анаморфозна модель протяжності колій в залізничному сполученні



Рис. 5. Класифікація анаморфозних картографічних моделей

Для цього визначено постійне позиціонування області D , що відповідає середньому значенню \bar{p} функції щільності $p(z)$.

Далі відбувається перетворення координат, при цьому коефіцієнт зміни площі перетворення h близько точки (x, y) дорівнює значенню якобіана. У зв'язку з тим, що координатне перетворення робить щільність $p(x,y)$ постійною, яка дорівнює \bar{p} , виводиться таке рівняння для утворення анаморфози:

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

де $U(x, y)$ і $V(x, y)$ – функції декартових координат; $p(x, y)$ – щільність; \bar{p} – середня щільність аналізованого показника по всій території.

Алгоритм створення анаморфозної картографічної моделі представлено на рис. 6. Деформація, яка виникає у процесі виконання даного алгоритму, змінює форму обраної комірки. Дана операція повторюється для другої комірки, третьої і так далі до останньої. В результаті виходить деформація, що має необхідні властивості.

Описаний метод дозволяє отримати анаморфози високої якості [7 – 9].

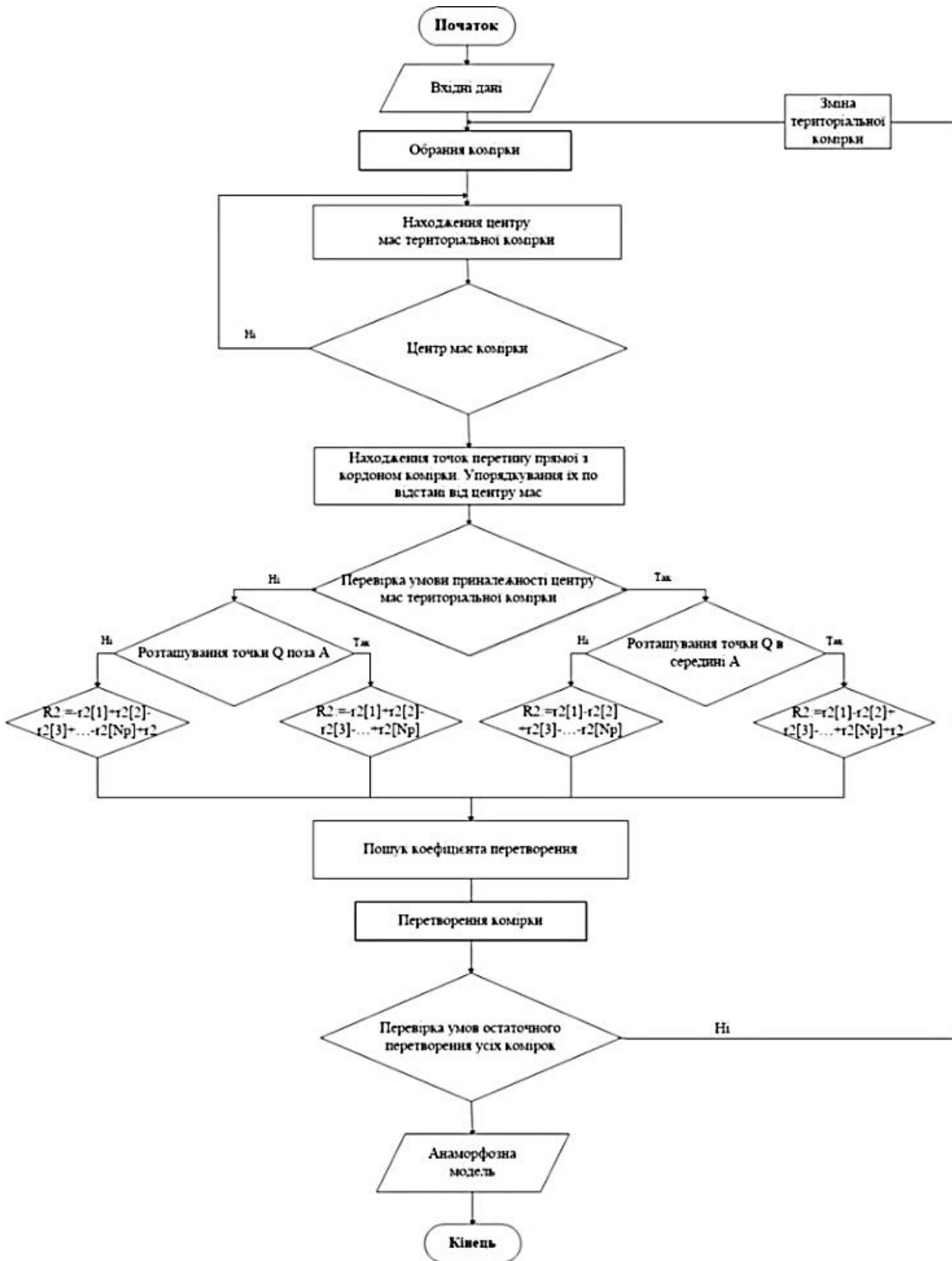


Рис. 6. Алгоритм побудови анаморфозних картографічних моделей

2. Практична реалізація алгоритму побудови площадкових анаморфозних картографічних моделей. Структурну схему методики побудови площадкових анаморфозних картографічних моделей наведено на рис. 7. У якості вхідних даних взято шейп-файл території України 081STATE, демогра-

фічні дані населення з 2001 по 2019 рік, отримані з сайту Міністерства фінансів України [10] та додатковий модуль Cartogram, отриманий з офіційного сайту ESRI [11].

Побудову анаморфозних картографічних моделей виконано у середовищі ArcMap.

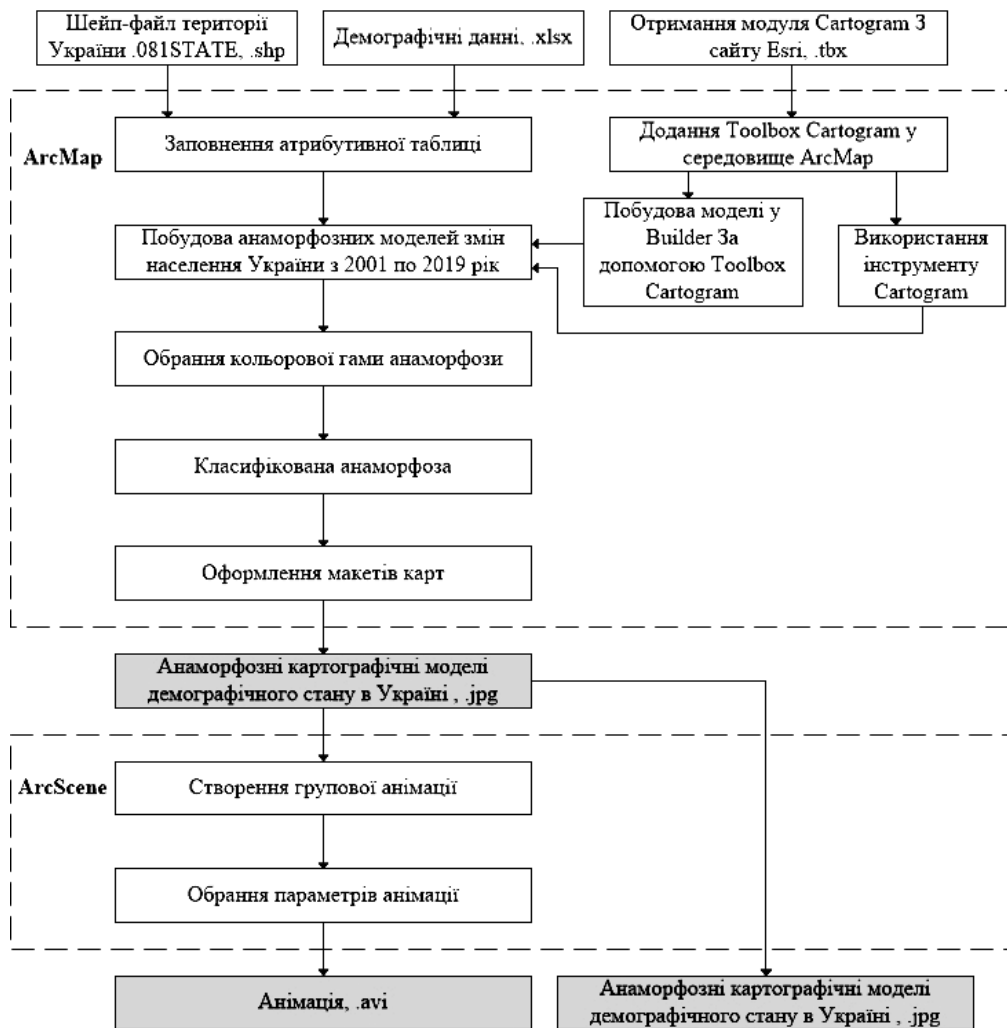


Рис. 7. Схема практичної реалізації побудови площадкової анаморфозної картографічної моделі

Додатковий модуль Cartogram було завантажено до інструментів ArcToolbox, де з його допомогою на основі зазначених вхідних даних отримано площадкові анаморфозні картографічні моделі демографічного стану в Україні за XXI сторіччя. Побудовані площадкові анаморфозні картографічні моделі, що гранично відображують динаміку змінення кількості населення України за поточні роки, наведено на рис. 8, 9.

3. Практична реалізація алгоритму побудови лінійних анаморфозних картографічних моделей.

Анаморфозні картографічні моделі даного типу побудовано за даними авіаперельотів компанії WizzAir з України без пересадок та з однією пересадкою [12].

Структурну схему методики побудови відповідних анаморфозних картографічних моделей наведено на рис. 10.

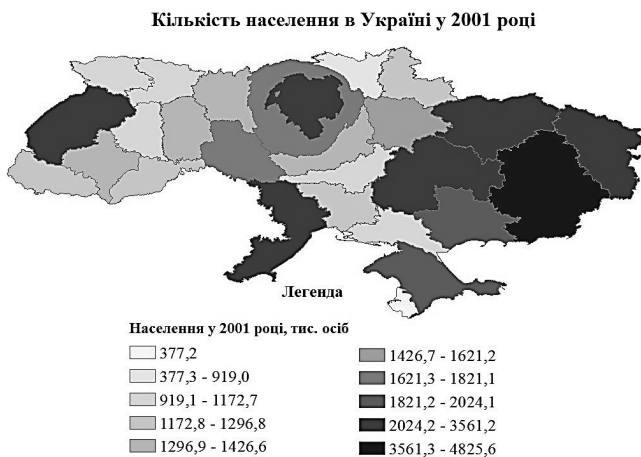


Рис. 8. Реалізація анаморфозної картографічної моделі демографічних змін в Україні за 2001 р.

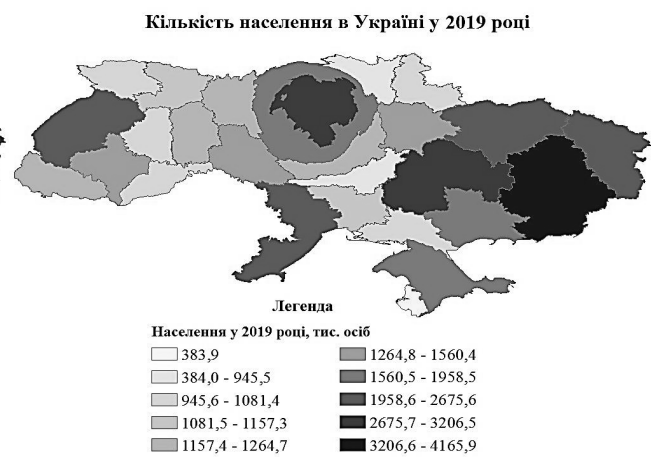


Рис. 9. Реалізація анаморфозної картографічної моделі демографічних змін в Україні за 2019 р.

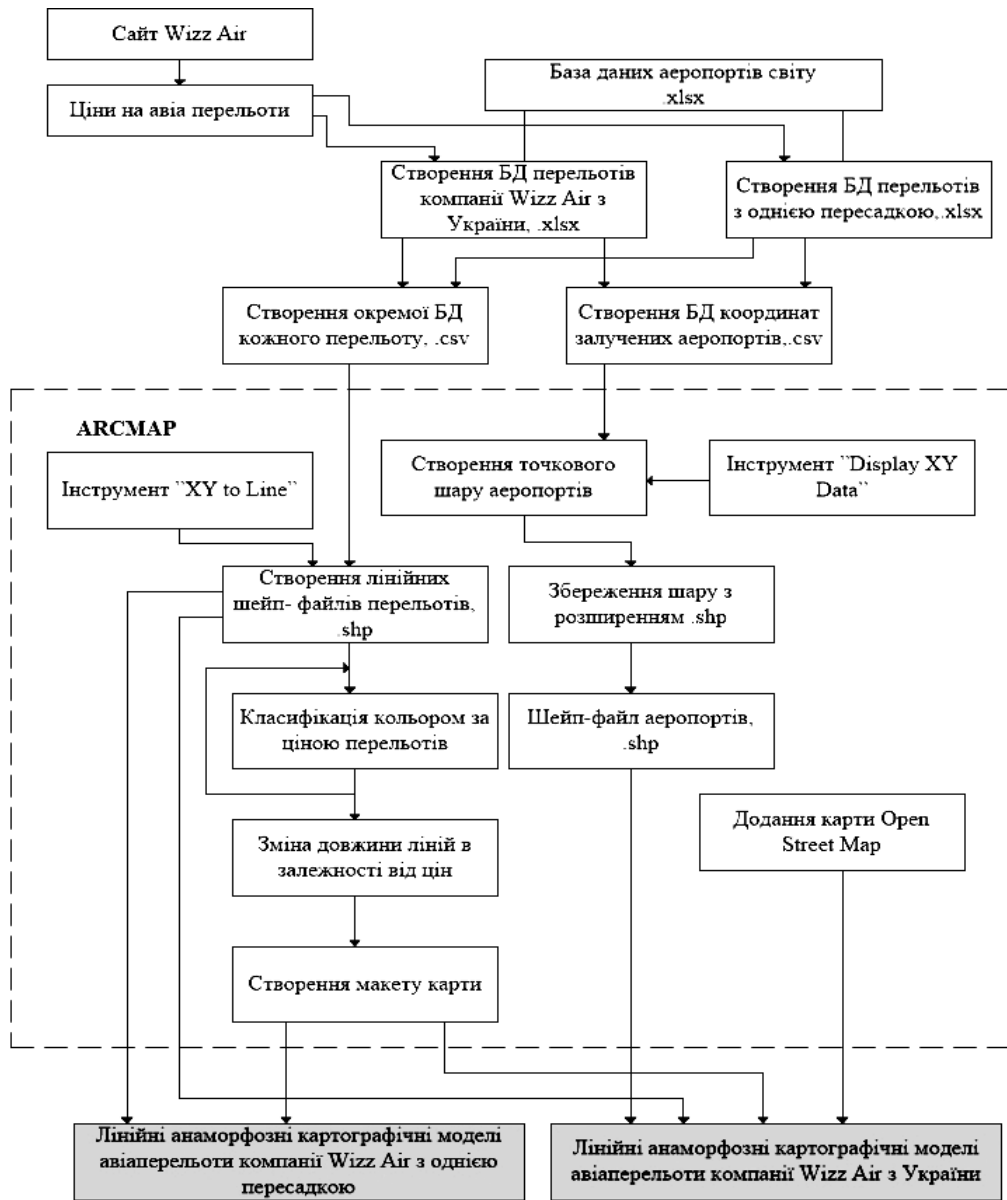


Рис. 10. Схема реалізації методики побудови лінійної анаморфозної картографічної моделі

На основі бази даних аеропортів світу з їх координатами [13], у тому числі даних перельотів компанії WizzAir та їх кошторису, створено окремі бази даних авіаперельотів компанії WizzAir з України без пересадок та з однією пересадкою. Структура отриманої типової реляційної бази геоданих авіаперельотів представлена на рис. 11. Анаморфозні

картографічні моделі авіаперельотів побудовано за допомогою інструменту "XYtoLine" середовища ArcMap, де створені бази є вхідними даними. Разом з тим використано інструмент "TrimtoLength", за допомогою якого замінено довжину трас на ціну. Для відображення позначок для аеропортів використано інструмент "DisplayXYData".

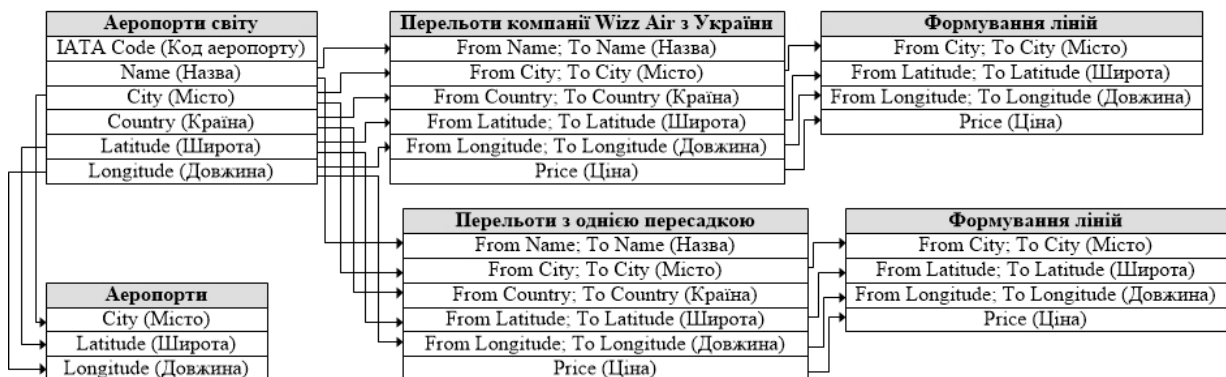


Рис. 11. Структура реляційної бази геоданих авіаперельотів

У підсумку були отримані роздруківки тематичних географічних карт як продуктів електронних лінійних анаморфозних картографічних моделей авіа-

перельотів компанії WizzAir з України (рис. 12), а також були побудовані, як приклад, лінійні картографічні анаморфози авіаперельотів з Польщі (рис. 13).



Рис. 12. Лінійна анаморфозна картографічна модель авіаперельотів компанії WizzAir з України



Рис. 13. Лінійна анаморфозна картографічна модель авіаперельотів компанії WizzAir з Польщі

4. Практична реалізація побудови об'ємних анаморфозних картографічних моделей. Схему побудови об'ємних анаморфозних картографічних моделей наведено на рис. 14. Наведені тут об'ємні анаморфозні моделі будувались в середовищах ArcMap та ArcScene, при цьому за вхідні дані мали створену площадкову анаморфозну картографічну модель демографічного стану України за 2019 рік та дані про населення за цей рік.

На створену площадкову анаморфозну картографічну модель був нанесений точковий шар окремо

для кожної області (рис. 15). Точці посередині призначено кількість населення в даній області станом на перше січня 2019 року, а іншим точкам — нульове значення.

За допомогою інструменту "CreateTIN" побудовано TIN-моделі для усіх областей (рис. 16) [14]. Усі побудовані TIN-моделі та площадкова анаморфозна модель за 2019 рік були додані до середовища ArcScene, у якому створено 3D-поверхні та змінено їх колір для класифікації за кількістю населення (рис. 17).

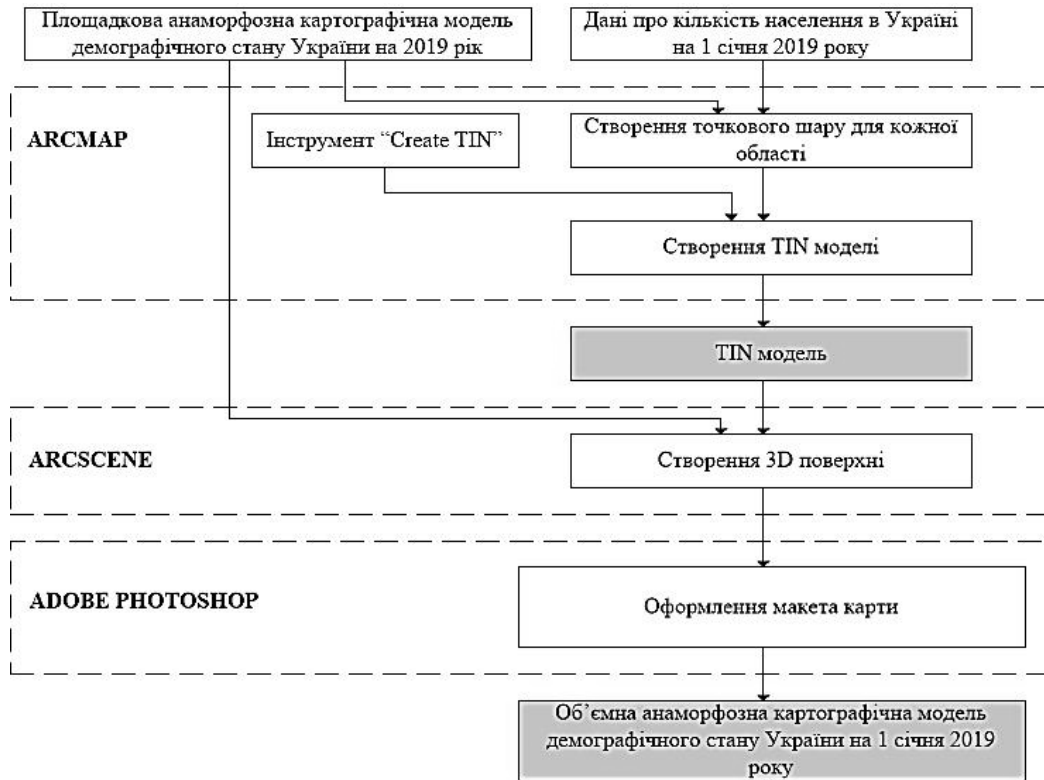


Рис. 14. Схema практичної реалізації побудови об'ємної анаморфозної картографічної моделі

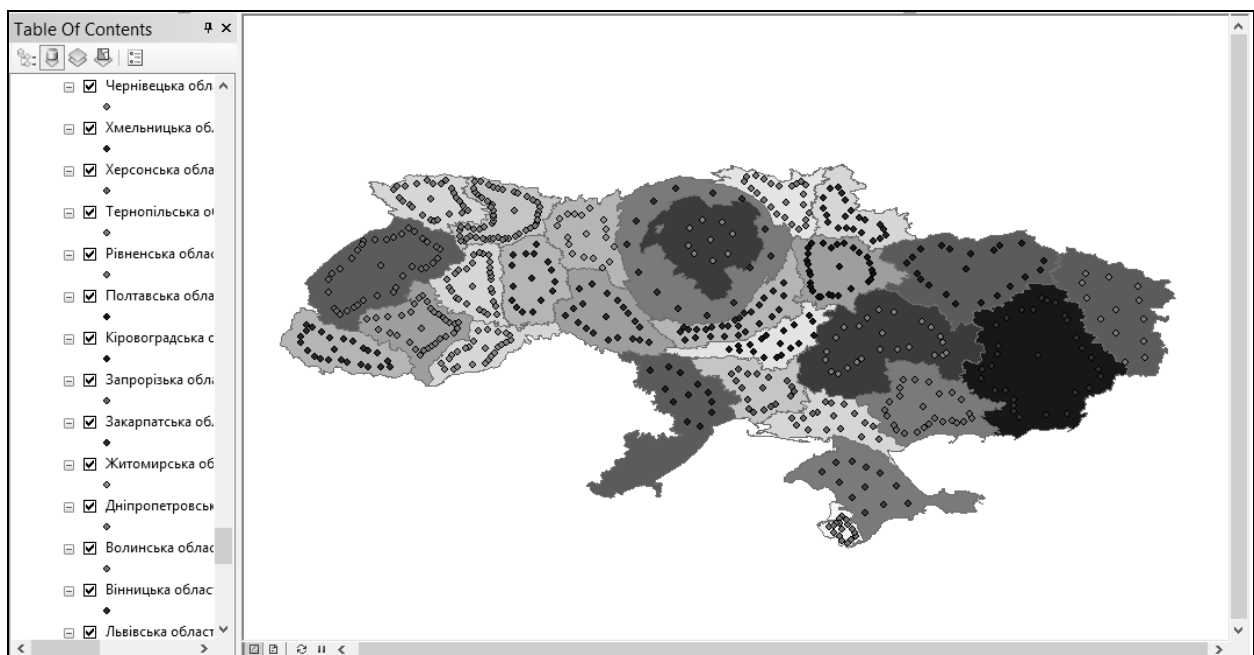


Рис. 15. Створені точкові шари

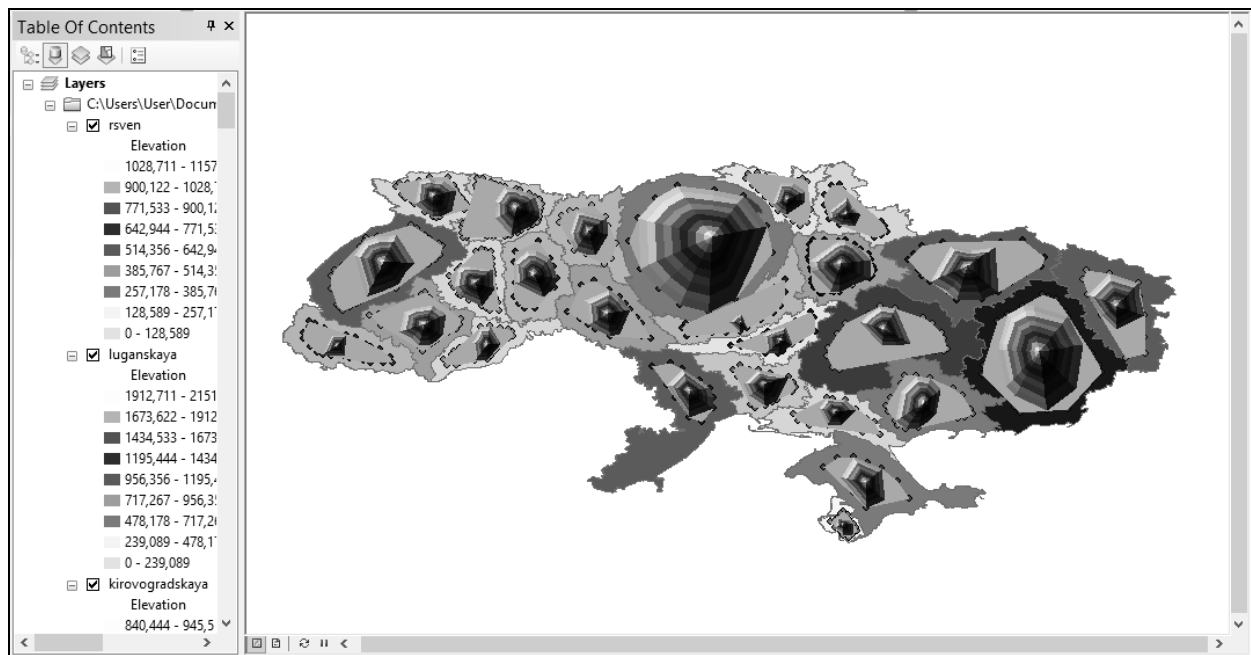


Рис. 16. TIN-модель демографічного стану України за 2019 рік

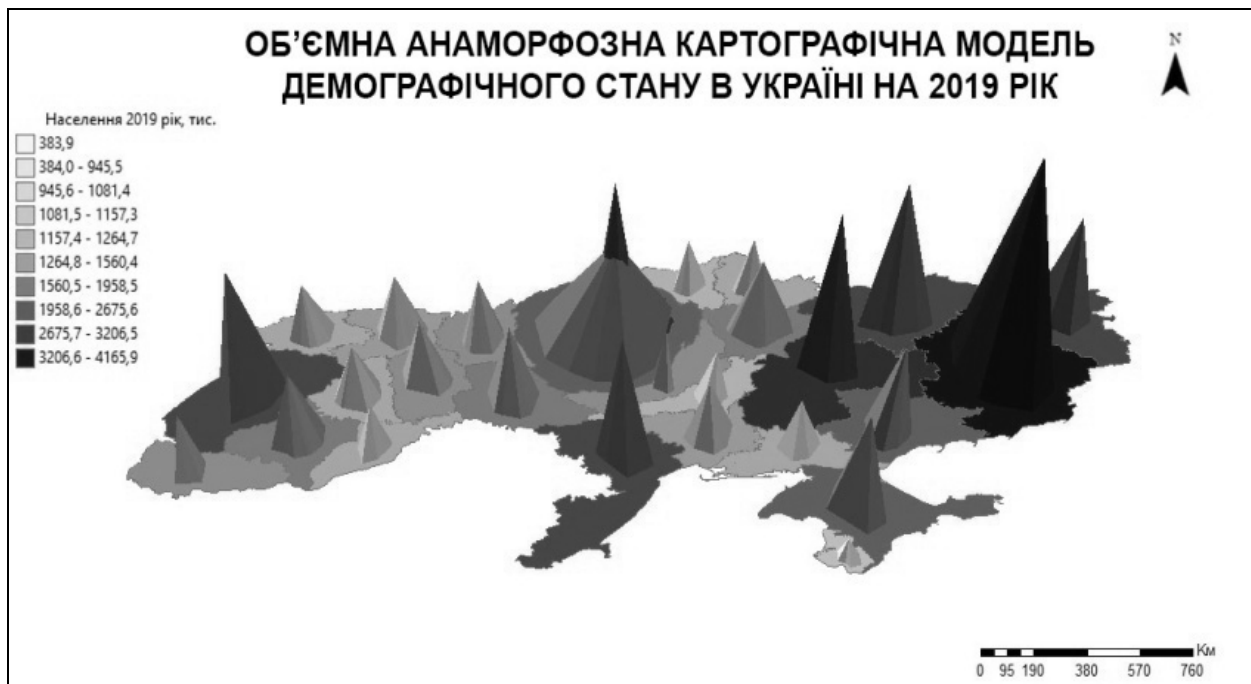


Рис. 17. Об'ємна анаморфозна картографічна модель демографічного стану України

Висновки

1. Розроблено методики побудови площадкових, лінійних та об'ємних анаморфозних картографічних моделей, отримано математичну модель та алгоритм процесу створення анаморфозних картографічних моделей з використанням програмного пакету ArcGIS. Методика побудови площадкових анаморфозних картографічних моделей, зокрема, передбачає, завдяки використанню додаткового модуля Cartogram, можливість реалізації в середовищі ArcMap пакету ArcGIS анаморфозних картографічних моделей демографічного стану в Україні на підставі даних про кількість населення. При цьому за-

безпечується можливість отримання також і об'ємних анаморфозних картографічних моделей демографічного стану.

2. На підставі аналізу діяльності авіакомпанії Wizz Air (у якості прикладу сучасних lowcost-авіаперевізників) розроблено методику побудови в середовищі ArcMap лінійних анаморфозних картографічних моделей перельотів, що виконуються даною компанією з України. При цьому обов'язковими складовими таких картографічних моделей є спеціально впроваджені реляційні бази геоданих, що містять вичерпні характеристики авіарейсів. Методика є універсальною і може застосовуватись для будь-яких авіакомпаній і геолокацій перельотів.

3. Запропоновані методики побудови анаморфозних картографічних моделей дозволяють отримувати їх найрізноманітніші типи, що за рахунок специфічної візуалізації забезпечують можливість з різних боків поглянути на досліджувані геодані та отримати нові знання щодо довколишніх природних

і техногенних явищ. Саме анаморфозні картографічні моделі дають унікальну можливість візуально представити неочевидні факти з можливістю висвітлення прихованих природно-географічних закономірностей, проведення аналізу взаємозв'язків між явищами довкілля на тлі їх визначальних характеристик.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Берлянт А. М. Теория геоизображений. М.: ГЕОС, 2006. 262 с.
2. Тикунов В. С. Анаморфированные картографические изображения: история и способы их создания. *Вестник Московского университета, серия 5: География*. 1986, № 6. С. 45–52.
3. Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Создание анаморфированных изображений для географических исследований. *Вестник Московского университета, серия 5: География*. 1992, № 4. С. 43–52.
4. Шевченко В. О., Філозоф Р. С. Анаморфози: сутність та особливості побудови. *Часопис картографії*. 2011. Вип. 3. С. 44–50.
5. Расчеты и линейные анаморфозы. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2012/0507/tema05.php>
6. Мацегура М. В. Анаморфозні зображення – метод моделювання зміни пропорцій. *Часопис картографії*. 2013. Вип. 7. С. 53–60.
7. Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Анаморфозы: что это такое? М.: Эдиториал УРСС, 1999. 168 с.
8. Яцишин А. В. Аналіз числових методів побудови площинних анаморфоз. *Зб. наук. праць ІПМЕ ім. Г.С.Пухова НАН України*. К., 2009.
9. Сердюцкая Л. Ф., Бахматский Е. А., Яцишин А. В. Анаморфозы как инструмент пространственного анализа эколого-географических явлений. *Geoformatika*. 2008. Вип.1. С.60-66.
10. Население Украины. URL: <https://index.minfin.com.ua/reference/people/2019>.
11. Cartogram geoprocessing tool. URL: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d348614c97264ae19b0311019a5f2276>
12. Сайт Wizz Air. URL: <https://wizzair.com/ru-ru>
13. База данных гражданских аэропортов всего мира URL: <http://www.apinfo.ru/airports/export.html>
14. Создание поверхности TIN. URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/data/tin/create-a-tin-surface.htm>

REFERENCES

1. Berlyant A.M. (2006), *Geoimages theory*, GEOS, Moscow, 262 p.
2. Tikunov V.S. (1986), "Anamorphic cartographic images: history and methods of their creation", *Bulletin of Moscow University, series 5: Geography*, Moscow, No. 6, pp.45–52.
3. Huseyn-Zade S.M., Tikunov V.S. (1992), "The creation of anamorphic images for geographical research", *Bulletin of Moscow University, series 5: Geography*, Moscow, No. 4, pp.43-52.
4. Shevchenko, V. A., Filozof R. S. (2011) "Anamorphoses: essence and construction features", *Journal of Cartography*, No. 3, pp. 44–50.
5. Calculations and linear anamorphoses, available at: <http://www.demoscope.ru/weekly/2012/0507/tema05.php>.
6. Matsepura M.V. (2013) "Anamorphous images - a method of modeling changes in proportions", *Journal of Cartography*, No. 7, pp. 53-60.
7. Huseyn-Zade S.M., Tikunov V.S. (1999), "Anamorphosis: what is it?", *Editorial URSS*, Moscow, 168 p.
8. Yatsishin A.V. (2009). "Analysis of numerical methods for constructing planar anamorphoses", *Sat. sciences. IPME them. G.E. Pukhov NAS of Ukraine*, Kyiv, 9 p.
9. Serdyutskaya, L.F., Bakhmatsky, E.A. and Yatsishin A.V. (2008), "Anamorphoses as a tool for spatial analysis of environmental and geographical phenomena", *Geoformatika*, No. 1, pp. 60-66.
10. The population of Ukraine (2019), available at: <https://index.minfin.com.ua/reference/people/2019>.
11. Cartogram geoprocessing tool (2019), available at: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d348614c97264ae19b0311019a5f2276>.
12. Website Wizz Air, available at: <https://wizzair.com/ru-ru>.
13. Database of civil airports around the world (2019), available at: <http://www.apinfo.ru/airports/export.html>.
14. Surface creation TIN (2019), available at: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/data/tin/create-a-tin-surface.htm>.

Надійшла (received) 22.05.2019

Прийнята до друку (accepted for publication) 20.08.2019

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Андреев Сергей Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна;
Sergey Andrieiev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Geoinformation Technologies and Space Monitoring of the Earth Department, National Aerospace University "KhAI", Kharkiv, Ukraine;
 e-mail: AndreevSM@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4256-2637>

Жилин Володимир Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геоінформаційних технологій та космічного моніторингу Землі, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна; **Volodymyr Zhilin** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Geoinformation Technologies and Space Monitoring of the Earth Department, National Aerospace University "KhAI", Kharkiv, Ukraine; e-mail: v.zhilin@khai.edu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7342-3456>

Мельник Аліна Павлівна – студентка Національного аерокосмічного університету ім. М. С. Жуковського «ХАІ» зі спеціальності "Науки про Землю", Харків, Україна;

Alina Melnyk – student of National Aerospace University "KhAI", specialty «Sciences about the Earth», Kharkiv, Ukraine; e-mail: alinamelnyk551998@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5915-6470>

Применение анаморфозных картографических моделей для анализа геоданных

С. М. Андреев, В. А. Жилин, А. П. Мельник

Аннотация. Предметом исследования является методика построения площадных, линейных и объемных анаморфозных картографических моделей для анализа геоданных. **Объектом исследования** является процесс создания различных типов анаморфозных картографических моделей. **Целью работы** является повышение качества восприятия геоданных в картографических моделях на основании нового подхода к их визуализации, что обеспечивается необычным представлением структуры геоданных при одновременном учете большого количества параметров, которые они содержат. **Выводы.** Разработаны методики построения площадных, линейных и объемных анаморфозных картографических моделей, получена математическая модель и алгоритм процесса создания анаморфозных картографических моделей с использованием программного пакета ArcGIS. Методика построения площадных анаморфозных картографических моделей, в частности, предусматривает, благодаря использованию модуля Cartogram, возможность реализации в среде ArcMap пакета ArcGIS анаморфозных картографических моделей демографической ситуации в Украине на основании данных о численности населения. При этом обеспечивается возможность получения также и объемных анаморфозных картографических моделей демографического состояния. Кроме того, на основании анализа деятельности авиакомпании Wizz Air (в качестве примера современных lowcost-авиаперевозчиков) разработана методика построения в среде ArcMap линейных анаморфозных картографических моделей перелетов, выполняемых данной компанией из Украины. При этом обязательными составляющими таких картографических моделей являются специально внедренные реляционные базы геоданных, содержащих исчерпывающие характеристики авиарейсов. Методика является универсальной и может применяться для любых авиакомпаний и геолокаций перелетов. Предложенные методики построения анаморфозных картографических моделей позволяют получать наизыгоднейшие типы, которые за счет специфической визуализации обеспечивают возможность с разных сторон взглянуть на исследуемые геоданные и получить новые знания об окружающих природных и техногенных явлениях. Именно анаморфозные картографические модели дают уникальную возможность визуально представить неочевидные факты с возможностью освещения скрытых природно-географических закономерностей и проведения анализа взаимосвязей между явлениями окружающей среды на фоне их определяющих характеристик.

Ключевые слова: анаморфозная картографическая модель; реляционные базы и анализ геоданных; авиаперелеты; демографическое состояние.

The use of anamorphosis cartographic models for geodata analysis

S. Andriev, V. Zhilin, A. Melnyk

Abstract. The subject of the research is the method of constructing areal, linear and volumetric anamorphoses cartographic models for the analysis of geodata. **The object of the research** is the process of creating various types of anamorphoses cartographic models. **The aim of the work** is to improve the quality of geodata perception in cartographic models based on a new approach to their visualization, provided by an unusual representation of the geodata structure while taking into account a large number of parameters that they contain. **Conclusions:** Methods for constructing areal, linear and volume anamorphoses cartographic models have been developed, a mathematical model and an algorithm for creating anamorphoses cartographic models using the ArcGIS software package have been obtained. The methodology for constructing areal anamorphoses cartographic models, in particular, provides, through the use of the Cartogram module, the possibility of implementing anamorphoses cartographic models of demographic position in Ukraine based on data on the population size in the ArcMap package ArcGIS. At the same time, it is also possible to obtain volumetric anamorphoses cartographic models of the demographic state. In addition, based on an analysis of the activities of Wizz Air (as an example of modern lowcost air carriers), a methodology has been developed for constructing linear anamorphoses cartographic flight models performed by this company from Ukraine in the ArcMap environment. At the same time, the mandatory components of such cartographic models are specially implemented relational geodatabases containing comprehensive flight characteristics. The technique is universal and can be used for any airline and geolocation flights. The proposed methods for constructing anamorphic cartographic models allow obtaining their various types, due to specific visualization providing an opportunity to look at the geodata under study from different sides and gain new knowledge on nearby natural and technogenic phenomena. It is anamorphoses cartographic models that provide a unique opportunity to visually present non-obvious facts with the possibility of illuminating hidden natural and geographical patterns, analyzing the relationships between environmental phenomena against the background of their defining characteristics.

Keywords: anamorphoses cartographic model; relational databases; geodata analysis; air travel; demographic state.