

Ляшенко Д.О., канд. геогр. наук

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСНОВИ КАРТ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІЖНАРОДНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Анотація. У статті проаналізовано особливості проектування карт транспортної інфраструктури України на міжнародному рівні. Розглянуто основні види картографічних проєкцій для карт транспортної інфраструктури. Визначені можливості застосування проєкцій у комп'ютерному картографуванні.

Ключові слова: автомобільна дорога, транспортна інфраструктура, карти, картографічні проєкції, геоінформаційне моделювання.

Аннотация. В статье проанализированы особенности проектирования карт транспортной инфраструктуры Украины на международном уровне. Рассмотрены основные виды картографических проєкций для карт транспортной инфраструктуры. Определены возможности применения проєкций в компьютерном картографировании.

Ключевые слова: автомобильная дорога, транспортная инфраструктура, карты, картографические проєкции, геоинформационное моделирование.

Annotation. The article analyzes the characteristics of transport infrastructure of Ukraine at the international level maps design. The main types of map projections for maps of transport infrastructure are proposed. The possibilities of the projections in computer mapping are described.

Key words: highway, transport infrastructure, maps, map projections, GIS modeling.

Здобуття Україною незалежності, глобалізація світової політичної та економічної сфер та стрімкий розвиток суспільства наприкінці ХХ ст. та на початку ХХІ ст. зумовили активізацію діяльності України на міжнародній арені у сферах політики, економіки, культури. Щорічно зростають обсяги експорту й імпорту товарів, розвивається транспортна інфраструктура.

Проектування доріг на локальному, регіональному та міжнародному рівнях потребують виявлення особливостей математичної основи карт транспортної інфраструктури.

Відомо що математична основа карти складається з масштабу, проекції та її компонування. Масштаб карти, проекція та компонування визначається розмірами та конфігурацією території картографування, призначенням і тематикою карт. Для великомасштабних топографічних карт доцільно застосовувати проекцію, яка прийнята в Україні для розрахунків плоских прямокутних координат у геодезії – рівнокутну циліндричну Гаусса-Крюгера. Але при проектуванні значних за протяжністю об'єктів транспортної інфраструктури (автошляхів, продуктопроводів, авіаліній) спотворення в проекції Гаусса-Крюгера швидко зростатимуть з віддаленням від осьового меридіана зони, що негативно позначиться на точності карт.

Важливим питанням є обґрунтування переліку картографічних проекцій, зручних для відображення лінійних об'єктів транспортної інфраструктури значної протяжності (понад 6° за довготою) та мереж з таких об'єктів.

Історія розвитку теорії картографічних проекцій в СРСР пов'язана з розробкою геодезичної основи для картографування території країни Ф.М. Красовським; математичної основи капітального географічного атласу «Большой советский атлас мира» (БСАМ). Цей досвід був широко використаний для подальших теоретичних розробок, серед яких відомі роботи М.А. Урмаєва [1], який запропонував загальні диференціальні рівняння картографічних проекцій і методи досліджень проекцій із заданим розподілом спотворень. Проекції, розроблені групою математичної картографії ЦНДІГАіК¹ під керівництвом професора М.Д. Соловйова характеризуються унікальними якостями. Питаннями оцінки проекцій для шкільних карт займався А.В. Гедимін [2]. Активізувалися дослідження картографічних проекцій в сучасний період запровадження комп'ютерних технологій картографування, зокрема В.П. Подшиваловим [3, 4] розроблена загальна теорія певного класу конформних проекцій, що отримали назву характеристичних та В.Д. Барановським [5, 6] запропоновані проекції для відображення території України.

Вибір картографічних проекцій для певних завдань залежить від трьох груп факторів.

¹ ЦНДІГАіК – Центральний науково-дослідний інститут геодезії, аерофотознімання і картографії (м. Москва).

1) Фактори, що характеризують об'єкт картографування (географічне положення зображуваної території, її розміри, конфігурація).

2) Фактори, що характеризують створювану карту, напрями її використання (призначення та спеціалізація, масштаб і зміст карти, завдання, які будуть вирішуватися за нею (картометричні, навігаційні тощо), вимоги до їх точності, способи використання карти (настільна, настінна, електронна), умови роботи з картами та передавання на них відношення різних об'єктів картографування (географічного положення одних територій щодо інших), вимоги щодо відображення комунікацій і зв'язку між територіями.

3) Фактори, які характеризують отримувану картографічну проекцію (характер спотворень, умови забезпечення мінімуму спотворень і допустимі граничні спотворення довжин, кутів і площ, характер їх розподілу, кривина зображення геодезичних ліній, локсодромій, умови зображення інших ліній на карті, кривина зображення ліній картографічної сітки, вимоги щодо її ортогональності, умови симетричності картографічної сітки тощо).

Якщо розглянути лінії міжнародних потоків товарів, послуг та інформації й транспортну інфраструктуру України та сусідніх країн як об'єкт картографування, слід виділити такі чинники, які зумовлюють вибір певних картографічних проекцій. Лінії транспортної інфраструктури (міжнародні транспортні коридори, автошляхи, залізниці, нафто- і газопроводи, лінії електропередач, морські шляхи) характеризуються значною протяжністю та довільними напрямками. Крім цього, маршрути шляхів можуть мати складну конфігурацію, оминаючи різні перешкоди та слідуючи вздовж територіальних структур господарства. Якщо слід відобразити двосторонні міжнародні зв'язки та інфраструктуру, що поєднує дві країни, конфігурація такого об'єкта картографування наблизатиметься до ортодромії, яка з'єднує центри (столиці) двох країн або регіонів.

Досвід картографування свідчить, що для відображення таких об'єктів кращими є нормальні, поперечні та косі циліндричні проекції, в залежності від напрямку осі транспортного коридору. Відомо, що такі проекції застосовуються для аеронавігаційних карт. При цьому лінія нульових спотворень пролягатиме по нормальному перерізу земного еліпсоїда (сфери) в якому лежать точки початку і кінця маршруту. Всі види спотворень зростатимуть при віддаленні від цієї лінії.

Інша ситуація виникає при необхідності картографічного відображення цілої мережі маршрутів. Форма об'єкта картографування при цьому нагадує зірку, часто з несиметричними променями. При цьому найкращим варіантом відображення будуть нормальні, поперечні та косі азимутальні проекції. При дотичній картинній площині точка нульових спотворень розміщуватиметься по середині аркуша карти. При січних проекціях лінією нульових спотворень буде задане мале коло земного еліпсоїда (альмукуантарат), яке віддалене від центральної точки на задану величину.

Слід зазначити ефективність застосування електронних глобусних середовищ для геоінформаційного моделювання міжнародних зв'язків у комп'ютерному середовищі. Відображення ліній міжнародних зв'язків великої протяжності в азимутальній проекції, параметри якої (точка нульових спотворень, масштаб картографічного зображення, поворот карти відносно напрямку північ-південь тощо) змінюються за допомогою клавіш управління.

Для створення ряду карт автором застосовано косі азимутальні проекції: а) з центром у точці, що відповідає центру ваги рекреаційно-туристичних потоків для карти туристичних потоків до Антарктики; б) з центральною точкою у м. Києві для карти міжнародних авіаліній. (рис. 1).

Відзначимо ефективність відображення транспортної інфраструктури міжнародних зв'язків на дрібномасштабних картах, побудованих у косій модифікованій азимутальній рівновеликій проекції У. Бріесемейстера (W. Briesemeister, 1953 р.), використаній у Атласі світу видавництва Коллінз Бартоломью (Collins Bartholomew) для карти міжнародного авіаційного сполучення.

В залежності від напрямку використання карт слід обирати відповідні групи проекцій за характером спотворень (рівнокутні, рівновеликі або довільні). З метою відображення значної частини земної поверхні з відносно малими спотвореннями використовують довільні проекції з розривами. Відомий американський океанограф південноафриканського походження А. Спілхаус (A. Spilhaus) багато уваги приділив розробці специфічних проекцій, на яких берегова лінія морів буде відображена без розривів. Натомість він запропонував модифікувати проекцію Хаммера (Hammer) розривами по материках, показавши світовий океан суцільно без розривів. Така проекція є зручною для відображення маршрутів міжнародного морського торговельного сполучення.

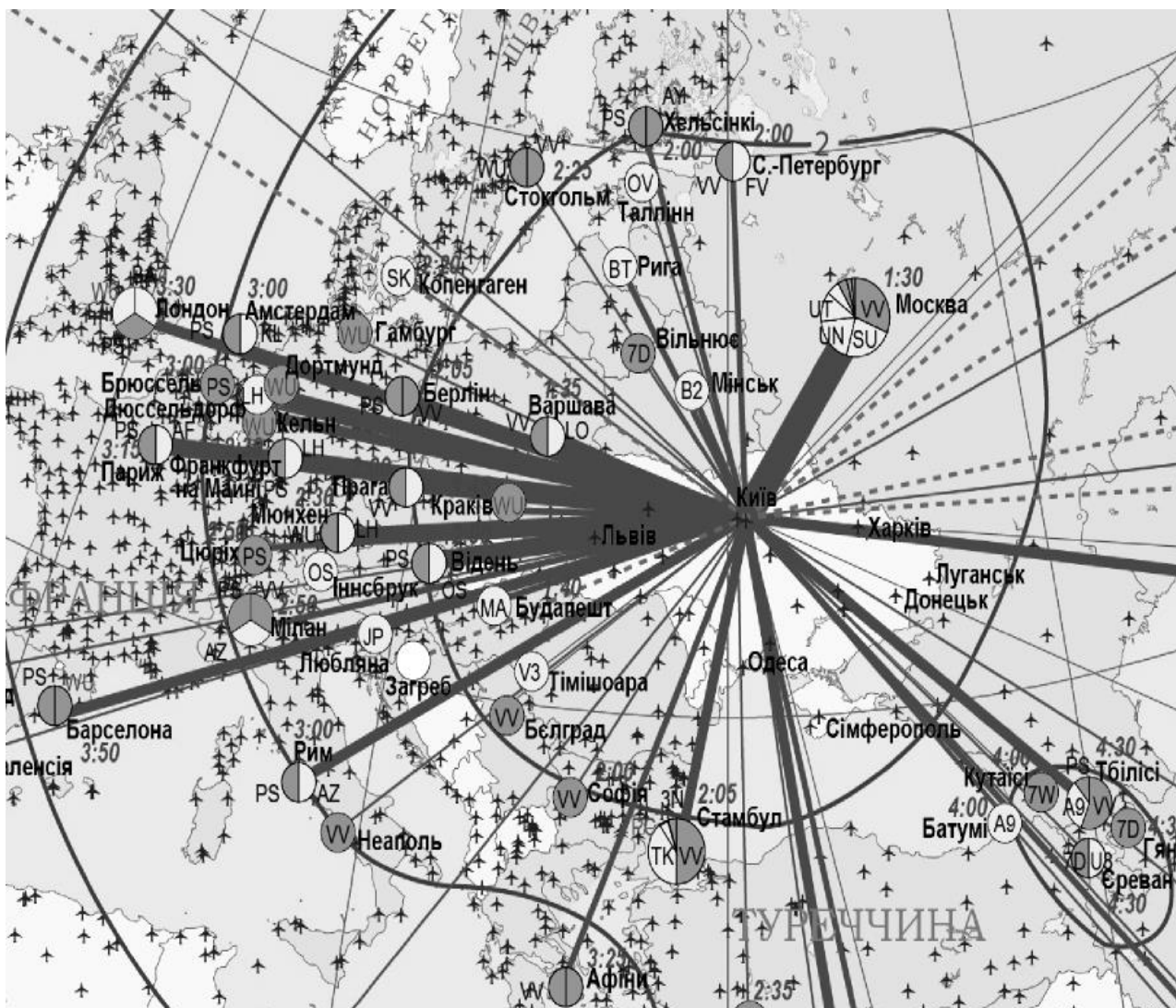


Рисунок 1 – Міжнародні авіалінії (фрагмент карти, подано зі зменшенням)

Отже слід зазначити, що математична основа карт транспортної інфраструктури міжнародних зв'язків середніх і дрібних масштабів залежить від конфігурації ліній та мереж транспортної інфраструктури та від призначення карт, максимально допустимих спотворень різних видів. Автором запропоновано використовувати для карт транспортної інфраструктури міжнародних зв'язків косі циліндричні та косі азимутальні проекції, зокрема косу модифіковану азимутальну рівновелику проекцію У.Бріесемейстера та косу рівнопрямую проекцію з центральною точкою в м. Київ.

Література

1. Гедымин А.В. Картографические проекции советских школьных карт. Характеристика, распознавание и наглядные методы объяснения свойств/ Книга для учителя. – М. : Просвещение, 1984. – 111 с.
2. Урмаев Н.А. Методы изыскания новых картографических проекций – М.: Военно-топограф. управлен. Ген. штаба Вооружен. Сил, 1947. – 94 с.
3. Подшивалов, В. П. Координатная основа для линейных объектов / В. П. Подшивалов // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и мостов: сборник научных трудов / Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь. Департамент "Белавтодор", Белорусский дорожный научно-исследовательский институт "БелдорНИИ". – Минск, 2005. – Вып. 18. – С. 56–62.
4. Подшивалов, В. П. Основы формирования координатной среды автоматизированных технологий [в геодезии] / В. П. Подшивалов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Прикладные науки : ежемесячный научно-теоретический журнал 2004. – № 1- С. 86-89/
5. Барановський В.Д. Пошуки оптимальних картографічних проєкцій для великомасштабного картографування території України / В.Д. Барановський // Вісн. геодез. та картогр. – 2004. – № 3. – С. 43–47.
6. Барановський В.Д. Варіаційні методи оптимізації картографічних проєкцій для України та її окремих регіонів / В.Д. Барановський, М.М. Тарапатов // Вісн. геодез. та картогр. – 2006. – № 3. – С. 13–18.