

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ляшенко Д.А.

Национальный транспортный университет

Исследованы теоретические вопросы использования картографических проекций для отображения международных связей. Определены типы картографических проекций, проанализирован характер искажений. Доказана целесообразность использования азимутальных и косых цилиндрических проекций как математической основы для составления мелкомасштабных карт внешнеэкономической деятельности. Предложены типовые компоновки карт внешней торговли Украины.

Ключевые слова: картографические проекции, международные связи, карты мира, искажения.

Постановка проблемы. При картографировании обширных территорий важным этапом является выбор картографических проекций для обеспечения оптимального отображения содержания будущих карт. К таким картам относятся карты направлений, маршрутов и содержания международных связей. При этом конструируются такие характеристики как форма рамки карты, стандартные меридианы и параллели, характер распределения искажений.

Выбор математической основы для тематического картографирования осуществлялся в докомпьютерную эпоху с использованием специальных атласов, например, Г.О. Гинзбурга и Т.Д. Салмановой [5] и А.Г. Иванова и Г.И. Загребина [6]. Сейчас возможности компьютерных технологий по отображению картографической информации посредством ГИС представляют более широкие возможности для изыскания картографических проекций.

Анализ последних исследований и публикаций. Теория построения математической основы карт разрабатывалась еще К. Гауссом, Л. Эйлером, Ж. Лагранжем, П. Чебышевым, Д. Граве. Впервые обосновал выбор стандартных параллелей в конических проекциях Л. Эйлер. П. Чебышев и Д. Граве разработали критерий выбора проекций с наименьшими искажениями. Развивая исследования П. Чебышева и Д. Граве, Н.Я. Цингер предложил проекции, имеющие наименьшие искажения для изображения стран, ограниченных произвольным контуром.

На развитие теории математической картографии повлияла разработка проекций карт для географических атласов, в частности на многих картах Большого советского атласа мира (БСАМ) была использована цилиндрическая проекция, сохраняющая главные масштабы по параллели 30°. В.В. Каврайский разработал основы теории псевдоцилиндрических проекций, и предложил проекции для полетных карт. Профессор Н.А. Урмаев предложил методы изыскания цилиндрических и псевдоцилиндрических проекций для карт мира, а также ряда проекций для маршрутных полетных карт. Вклад в теорию картографических проекций внесли Ф.А. Старостин, Т.Д. Салманова, В.М. Богинский, Г.А. Мещеряков. Разработке математического аппарата проекций для ГИС уделено внимание В.П. Подшивалов [2], теории изыскания наилучших проекций для территории Украины посвящены исследования В.А. Барановского [2], Р.И. Соссы, П.П. Короля, В.У. Волошина [6, 7].

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Наряду с разработкой картографиче-

ских проекций для территории Украины, важной задачей является исследования проекций для карт всего мира и отдельных регионов. Мелкомасштабные карты, посвященные международным связям (МС) и в частности внешнеэкономической деятельности Украины характеризуются разнообразием сюжетов (потoki людей, вещества, энергии и информации на международном уровне) и, как следствие, различной формой территории картографирования. Разные объекты картографирования, различный пространственный охват, вызывают необходимость разработки специальных проекций карт. От них зависят геометрические параметры картографического изображения, эстетика, внешний вид, удобство считывания информации.

Целью статьи является критериев выбора проекций для создания карт международных связей различного назначения, содержания и территориального охвата, их исследование по степени пригодности для отображения потоков различной конфигурации, и формирование требований к ним. Объектом исследования являются известные проекции и возможные варианты их модификации. Задачи статьи:

- выполнить анализ проекций, ранее используемых для карт подобной тематики, определить их достоинства и недостатки,
- выполнить обоснование проекций с различным характером искажений для картографирования территорий разного территориального охвата;
- предложить проекции для картографических моделей международных туристических потоков.

Изложение основного материала. Известно, что алгоритм разработки математической основы карт состоит из: а) анализа ранее используемых проекций; б) определения их преимуществ, соответствия характера искажений используемых проекций назначению, содержанию и территориальному охвату карт; в) разработки окончательного набора проекций.

Большинство требований к картографическим проекциям не подаются математической формализации. Наиболее полно разработан аппарат уменьшения величины искажений на карте. Соответствующий критерий сформулирован без доказательства в виде теоремы математиком П.Л. Чебышевым в 1853 году. Доказательство этой теоремы в 1894 году дал картограф Д.А. Граве. Этот критерий известен как критерий Чебышева-Граве об оптимальных проекциях, согласно ему наименьшие искажения в пределах изображаемой территории будут достигнуты тогда, когда значение масштаба изображения постоянно на ее контуре. Компьютерные технологии представ-

ляют возможность управления формой изокол и создавать композиционные проекции (полученные на основе линейной комбинации (композиции) коэффициентов характеристических уравнений известных проекций из предлагаемого класса), однако довольно часто картографы используют традиционные картографические проекции.

Проекция для карт внешнеэкономических связей во многом отличается от таковых для других социально-экономических карт. Это вызвано разнообразием объектов картографирования (весь мир, государства, их группы, международные организации, ТНК, линии транспортных коммуникаций, маршруты судов, потоки вещества, энергии и информации), и их пространственное размещение на территории. Особенности содержания, территория, отображаемая на картах, оказывают влияние на выбор проекции. Выбор проекции следует осуществлять с учетом формы сети международных связей, поскольку они являются наиболее разнообразными объектами картографирования. Конфигурация этой сети может по форме быть линейной или звездообразной с симметричными (вписываемыми в круглую область) или несимметричными (вписываемыми в область произвольной формы) лучами. Для сетей с равными лучами наименьшими искажениями будут обладать косые азимутальные проекции.

Факторами определения картографической проекции для карт являются: а) положение центра тяжести и конфигурация маршрутов международных связей; б) круг задач, для решения которых предназначаются карты (визуальный анализ, измерение протяженности маршрутов); в) требования к характеру и величинам распределения искажений (искажения должны располагаться симметрично относительно среднего меридиана и экватора); г) критериями дизайна (компактностью и удобством считывания информации). Вместе с математической основой разрабатывается компоновка листа карты и обосновывается использование карт-врезок и т.д.

Участники международных связей и маршруты, их соединяющие, находятся часто на обширной территории. Отображение этой территории целиком на одном листе карты, сопровождаются значительными искажениями. Привычные проекции и компоновки для таких карт не всегда подходят. Например, торговлю через Тихий океан между США и Японией трудно отобразить на листе карты, имеющей разрыв по линии перемены дат. Достаточно изменить осевой меридиан проекции, разместив США по центру листа, и проблема будет решена.

Для отображения двусторонних связей, или связей, находящихся в границах узкой полосы, может быть использована косая равноугольная цилиндрическая проекция, полученная проектированием земной поверхности на поверхность цилиндра, расположенного под углом к оси вращения Земли по оси маршрута. На картах в этой проекции в полосе 600 км от осевой линии маршрута искажения масштаба не превышают 0,5%, а ортодромия изображается прямой линией.

Актуальным для картографирования связей представляется широкое представление карт в компьютерной среде в виде электронных глобусов, которые имеют прекрасную обзорность и

геометрическое подобие планеты и реализованы в компьютерных информационно-справочных картографических системах типа «GoogleEarth», «WorldWind», «Encarta» и др [2].

В обзорном атласе «Взгляд на Украину» ЗАО «Институт передовых технологий» применена косая азимутальная проекция с точкой нулевых искажений в Киеве. Преимуществом проекции является соответствие азимутов направлений из Киева на карте и на местности. Она использована автором для отображения международных авиалиний Украины.

Косая азимутальная проекция с центром в районе Буэнос-Айреса (центре тяжести туристических потоков), направляющихся в Западную Антарктику, использована автором на соответствующей карте.

Также удобным является использование также косой модифицированной азимутальной равноугольной проекции У. Брайсемайстера (1953). На ней материки размещены компактно, что позволяет наглядно отображать все линии международной торговли.

Использование проекций с разрывами нарушает целостность картографического изображения, и, одновременно, уменьшает величину искажений. Известный американский океанограф В. Спилхаус (Spielhaus) много внимания уделил разработке специфических проекций, на которых береговая линия морей будет отражена без разрывов. Он предложил модифицировать проекцию Хаммера (Hammer) разрывами по материкам, показав мировой океан целиком. Такая проекция является удобной для отображения международного морского торгового сообщения.

Другой вариант – отражение земного шара с минимизацией искажений на суше. В равнопромежуточной проекции, опубликованной К. Холстедом (Halstead) в 1953 году искажение углов минимальные на избранных меридианах (в северном полушарии это меридианы 100° з. д. и 60° в. д., которые пересекают параллели почти под прямым углом). Эта проекция является равнопромежуточной вдоль всех параллелей и меридианов, но не относится, ни к конформным, ни к равноугольным. Ее можно применить для отображения глобальных перемещений по суше, например для распространения человека по территории мира.

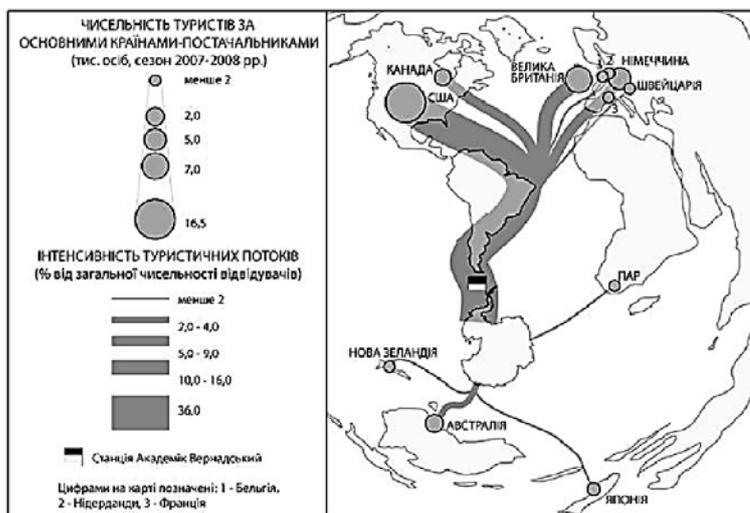


Рис. 1. Косая азимутальная проекция использована для отображения пространственной структуры туристических потоков в Антарктику (Д. Ляшенко, А. Федчук)

Проекція Димаксион (Бакминстера Фуллера, 1943) – картографічна проекція земного шара на поверхності многогранника. Границі кожної грани відповідають по масштабу дугі відповідної дуги великого кола, а ділянка карти всередині грани представляє собою стиснуте до центру зображення земної поверхності, закріплене між цими дугами [3]. Непривичною вважається компоновка, що відрізняється від традиційної (відсутність на карті «верха» і «низа», прийнято на більшості карт). Карта в проекції Фуллера може бути розвернута на площину по-різному, з метою представлення території Землі без розривів як єдиного масиву суші. В іншому представленні проекція зображає без розривів єдиний масив океанів, оточених сушею.

Висновки та пропозиції. Таким чином, найкращі проекції для картографування міжнародних економічних зв'язків вибираються експериментально, шляхом знаходження варіантів з оптимальним розміщенням материків і оке-

анів з найменшими спотвореннями довжин ліній, площей і кутів для території картографування. В загальному випадку найменші спотворення на картах повинні співпадати з головними лініями потоків або містити в собі основні маршрути економічних зв'язків. Основними для карт регіонів світу і маршрутів зв'язків вважаються косі азимутальні і косі циліндричні проекції. Допустимо в окремих випадках використання проекцій з розривами: Спілхауса, Холстеда, Фуллера. Такі проекції порушують цілісність картографічного зображення, і, одночасно зменшують величину спотворень. Крім цього, такі проекції зображають сушу або океан (в залежності від компоновки) без розривів.

Для подальшого перспективного дослідження слід віднести розробку алгоритму конструювання проекцій з заданим характером спотворень в залежності від складу учасників і маршрутів міжнародних перевезень з допомогою композиційних картографічних проекцій.

Список літератури:

1. Барановський В. Д. Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення земельного кадастру. Системи координат і картографічні проекції / В. Д. Барановський, Ю. О. Карпінський, О. В. Кучер, А. А. Лященко; за заг. ред. Ю. О. Карпінського. – К.: НДІГК, 2009. – 96 с.
2. Берлянт А. М. Електронна Земля» і інноваційні технології глобального картографування (Пам'яті професора А. І. Мартиненко) // Системи та засоби інформації. – 2008, спецвипуск «Геоінформаційні технології». – С. 48–64.
3. Подшивалов В. П. Теорія визначення найкращих геодезических проекцій: автореф. дис. На соискание уч. Степени д-ра техн. наук: 05.24.01. М., 1998. – 30 с.
4. Гинзбург Г. А. Атлас для вибору картографічних проекцій / Г. А. Гинзбург, Т. Д. Салманова // Тр. ЦНИИГАиК. – М.: Геодезиздат, 1957. – Вып. 110. – 239 с.
5. Иванов А. Г. Атлас картографічних проекцій на великі регіони Російської Федерації: навчально-наглядне посібник / А. Г. Иванов, Г. І. Загребин. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2012. – 19 с.
6. Сосса Р. І. Використання модифікованої псевдоконічної рівновеликої проекції Бонна з ефектом збільшувальної лінзи для картографування території України / Р. І. Сосса, П. П. Король, В. У. Волошин // Вісн. геодезії та картографії. – 2015. – № 1. – С. 23-30.
7. Сосса Р. І. Обґрунтування вибору рівнопроміжної конічної проекції для середньо- і дрібномасштабного картографування України [Текст] / Р. І. Сосса, П. П. Король, В. У. Волошин // Вісн. геодезії та картографії, 2014, № 4. – С. 7-13.

Лященко Д.О.

Національний транспортний університет

КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЕКЦІЇ ДЛЯ ВІДОБРАЖЕННЯ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Анотація

Досліджено теоретичні питання використання картографічних проекцій для відображення міжнародних зв'язків. Визначено типи картографічних проекцій, проаналізовано характер спотворень. Доведено доцільність використання азимутальних і косих циліндричних проекцій як математичної основи для складання дрібномасштабних карт зовнішньоекономічної діяльності. Запропоновані типові компоновки карт зовнішньої торгівлі України.

Ключові слова: картографічні проекції, міжнародні зв'язки, карти світу.

Liashenko D.O.

National Transport University

MAP PROJECTIONS FOR FOREIGN ECONOMIC ACTIVITIES DEMONSTRATION

Summary

The theoretical aspects of map projections for international relations mapping are proposed. The types of map projections are substantiated. The distortion allocation is analyzed. The expediency of using oblique azimuthal and oblique cylindrical projection as the mathematical basis for the small-scale maps of foreign economic activity is proved. Proposed standard layout maps Ukraine's foreign trade.

Keywords: map projections, international relations, world map, distortion.