

Московский государственный университет геодезии и
картографии

На правах рукописи

УДК 528.9

РГБ ОА

Гедрез Салима

22 ДЕК 2000

**ИССЛЕДОВАНИЕ, ВЫБОР, ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
СИСТЕМЫ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТ МАГРИБА**

05.24.03 - Картография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Москва 2000

Работа выполнена в Московском государственном университете геодезии и картографии.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Л.М. Бугасевский

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
С.В. Лебедев
кандидат технических наук
В.М. Богинский

Ведущая организация - ПКО << Картография >>.

Защита состоится "26" ОКТЯБРЯ 2000 г. в "12" часов на заседании диссертационного совета К 063.01.02 в Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу :
103064, Москва, гороховский пер., 4, МИИГАИК, ауд. 321.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МИИГАиК.

Автореферат разослан "25" СЕНТЯБРЯ 2000 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета  Краснонцев Б.В.

Актуальность работы.

Магриб занимает основную часть Северной Африки и включает пять стран: Мавританию, Марокко, Алжир, Тунис и Ливию. После получения независимости все страны Магриба стали бороться за преодоление своей социально-экономической отсталости. Дальнейшее развитие всех отраслей этих стран связано с наиболее полным изучением и учетом их природных условий, естественных ресурсов, особенностей их экономического развития, с выявлением закономерностей пространственного размещения территории этих стран. При решении основных проблем экономического и социального развития стран Магриба встает ряд важных задач, в том числе задачи совершенствования методов и эффективности планирования народного хозяйства. Успешное решение этих задач требует соответствующего картографического обеспечения. Это тем более важно и актуально, что в Магрибе заметна нехватка географических карт, а математическая основа существующих карт во многом устарела и не соответствует современным требованиям теории и практики, не позволяет решать практические задачи достаточно просто и с необходимой точностью.

Исходя из этого возникла необходимость создания системы карт различного назначения, масштабов, содержания и территориального охвата, которая отображала бы основные природные и социальные условия и явления Магриба, и потребовалось выполнение исследований по получению системы проекций, обладающих дополнительными достоинствами по сравнению с известными. При решении этой задачи важно учитывать особенности конфигурации Магриба в целом и его стран в отдельности, а также неравноценность их территории по видам жизненных показателей.

В связи с этим целью настоящей диссертационной работы является исследование, выбор, обоснование и разработка системы картографических проекций для создания системы карт Магриба в целом и его стран в отдельности.

В соответствии с целью в работе поставлены и решаются следующие задачи:

- определить особенности конфигурации Магриба в целом и его стран в отдельности, относительную значимость их отдельных частей с точки зрения размещения населения и жизни важных отраслей ее экономики, выявить основные направления развития народного хозяйства Магриба, установить состояния ее картографической изученности и на этой основе определить основные положения о системе карт Магриба;
- выполнить анализ ранее используемых проекций, определить их достоинства и недостатки, соответствие характера искажений используемых проекций назначению, содержанию и территориальному охвату этих карт;
- рассмотреть критерии оценки достоинств картографических проекций и, учитывая результаты предварительных исследований, разработать два новых интегральных критерия оценки достоинств картографических проекций;
- выполнить исследование, выбор, обоснование и разработку системы проекций с различным характером искажений для картографирования территории Магриба в целом;
- выполнить исследование, выбор, обоснование и разработку системы проекций для картографирования каждой отдельной страны Магриба;
- рассмотреть и исследовать ортодромические и локсодромические свойства проекции для решения навигационных и аэронавигационных задач, рассмотреть вопрос об обосновании картографических проекций для создания тематических карт.

Объект исследования.

Картографическая изученность Магриба в целом и его стран, принципы выбора, обоснования и разработки картографических проекций для карт Магриба.

Методы исследования.

Методы исследования, применяемые в диссертации, опираются на учение о геосистемах, на творческих изысканиях российских ученых по разработке и применению наилучших и близких к ним картографических проекций, на их модификацию в соответствии с природными и социально-экономическими условиями Магриба.

Предметом защиты и научной новизной диссертации являются:

Впервые в Алжирской картографии обоснован и решен ряд теоретико-практических вопросов:

1. Определены конфигурация территории Магриба в целом и отдельных его стран, относительная значимость их отдельных частей, основные направления развития народного хозяйства Магриба, установлено состояние ее картографической изученности и разработаны предложения по обоснованию системы общегеографических, тематических и специальных карт Магриба;
2. Разработаны два новых интегральных критерия, в дополнение существующим критериям, использование которых совместно дают наиболее достоверную оценку достоинств определяемых проекций;
3. Впервые в Алжире при выборе, обосновании и разработке оптимальных проекций для создания карт Магриба и его стран был использован аппарат наилучших и близких к ним проекций – наилучшая проекция Чебышева и проекции с приспособляемой изоколой;
4. Впервые в Алжире разработаны методики исследования локсодромических и ортодромических свойств проекции для решения навигационных и аэронавигационных задач и выполнены обоснования картографических проекций для создания тематических карт.

Практическая значимость работы

В результате всех исследований разработаны картографические проекции карт различных масштабов и назначения которые в соответствии с решением руководства Алжирской республики будут внедрены в картографическое производство и будут использованы в учебном процессе.

Публикации и опробования работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на следующих научных технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГЛик:

1. Природные и социально-экономические условия стран Магриба и их влияния на выбор картографических проекций для создания карт этих стран, МИИГАиК, г. Москва, 1998 гг.
2. Проекция Чебышева и ее целесообразность для создания карт Магриба в целом, МИИГАиК, г. Москва, 1999 гг.
3. Целесообразность применения конических и азимутальных проекций в косо ориентировке для создания карт отдельных стран Магриба, МИИГАиК, г. Москва, 2000 гг.

Результаты, полученные при выполнении диссертационных исследований, изложены в трех опубликованных статьях:

1. Природные условия, экономические задачи стран Магриба и направление их картографического обеспечения.- Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1998, № 5, С. 94 – 100.
2. Выбор и разработка оптимальных картографических проекций для создания карт стран Магриба. – Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1998, № 3, С. 160 – 171.
3. К вопросу о применении проекции Чебышева и равноугольных Проекций с приспособляемой изоколой. Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1998 - № 3, С. 70 – 82.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении обоснована актуальность темы, раскрыть состояние вопроса, определена цель, задачи, научная новизна работы.

В первой главе кратко рассмотрены физико- географические и социально-экономические условия стран Магриба.

Во второй главе проведен анализ математической основы карт стран Магриба, созданных в предшествующие годы.

В третьей главе исследуется вопрос выборе, обосновании и разработке системы проекций с различным характером искажении для создания карт

Магриба в целом и его стран в отдельности на основе использования достижений российских ученых в области разработки наилучших и близких к ним проекции.

Четвертая глава включает исследование свойств и обоснования картографических проекции для создания специальных и тематических карт.

В заключении изложены результаты исследований выполненных в данной диссертационной работе.

В приложениях даны результаты вычисления, разработанных в диссертации проекций, которые помещены в 35 таблицах.

Краткое содержание диссертации

В содержании диссертации излагаются результаты исследований, направленные на выполнение указанных цели и задачи.

Исследования природных и социально-экономических условий Магриба показали, что территория Магриба в целом и его отдельных частей имеют сложную конфигурацию и что территория союза абсолютно не равнозначна по всем своим показателям. Хозяйственная, культурная, политическая и другая жизнь этих стран сосредоточены в полосе порядка 200 - 250 км. от береговой линии Средиземного моря и Атлантического океана до внутренней линии этих стран (см. схема 1).

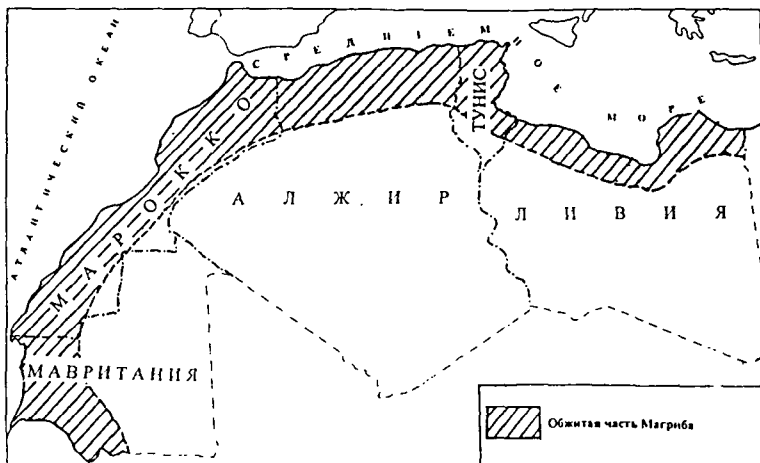


Схема 1. Размещение основного населения стран Магриба

Во всех странах Магриба ведется активная работа по повышению социально-экономических условий страны. При этом успешно применяются карты различного назначения, содержания и территориального охвата. Примерная схема о системе карт Магриба показана в таблице 1.

Для создания оптимальных карт на эту территорию ни одна используемая традиционная проекция не пригодна.

В связи с этим, возникла проблема выбора, обоснования и разработки картографических проекций с различным характером искажений на основе использования наилучших и близких к ним проекций, теории которых разработаны в основном в трудах российских ученых.

Оптимальное решение этой задачи, прежде всего связано с оценкой достоинств картографических проекций.

В диссертации были исследованы общие известные критерии оценки их достоинств, включающих: искажения длин в точке по данному направлению, по всем направлениям, искажения площадей, средние арифметические значения наибольших искажений углов, искажения за счет кривизны изображения геодезической линии. Эти критерии дают весьма полную характеристику свойств проекций, но вместе с тем в них отсутствует возможность интегральной оценки выполненных исследований.

Для обеспечения более строгого и успешного решения задачи анализа и оценки проекций были разработаны два новых интегральных критерия оценки достоинств проекций, согласно которым определяются разности длин и углов между множеством точек на карте составленной в разных проекциях, и их значениями, вычисленными на поверхности шара или эллипсоида. Проекция, в которой эти разности принимают минимальные значения, обладает определенным преимуществом, для оценки влияния этих дополнительных критериев составим табл. 2, в которой помещены вычисления искажений для различных стран Магриба.

Из анализа этой таблицы с учетом площадей стран Магриба следует, что наименьшие искажения имеет проекция МИИГАиК.

Табл.1. Система карт Магриба.

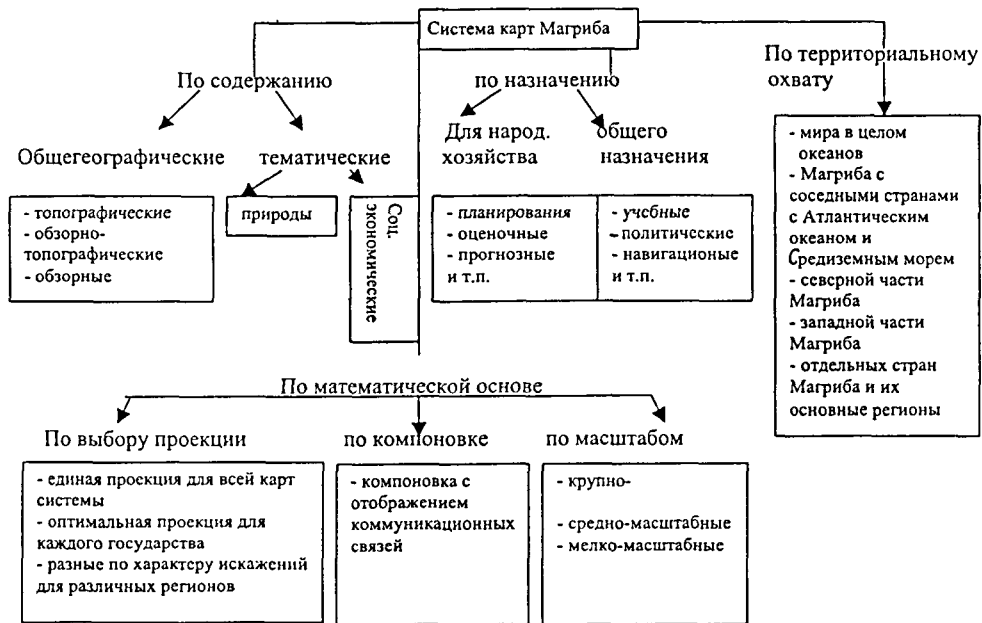


Табл 2. Сумарные разности расстояний и азимутов линии на эллипсоиде
и проекции

Территория	Коническая проекция в косой ориентировке		Проекция Лагранжа		Проекция МИИГАиК	
	ΔS	ΔA	ΔS	ΔA	ΔS	ΔA
Мавритания	$2.8588 \cdot 10^{-5}$	-2.67052	$1.4257 \cdot 10^{-5}$	-1.69336	$0.5412 \cdot 10^{-5}$	-0.82541
Марокко	$3.0271 \cdot 10^{-5}$	-1.90069	$1.1944 \cdot 10^{-5}$	-0.93283	$0.9864 \cdot 10^{-5}$	-0.37120
Алжир	$1.9864 \cdot 10^{-5}$	-2.52991	$1.3855 \cdot 10^{-5}$	-1.57422	$0.0366 \cdot 10^{-5}$	-1.20125
Тунис	$2.0592 \cdot 10^{-5}$	-1.97036	$1.2096 \cdot 10^{-5}$	-1.13566	$0.9978 \cdot 10^{-5}$	-0.17455
Ливия	$3.5825 \cdot 10^{-5}$	-2.84779	$1.7082 \cdot 10^{-5}$	-1.88064	$0.7432 \cdot 10^{-5}$	-0.91036

ΔS – сумарные разности длин отрезков на карте и эллипсоиде.

ΔA – сумарные разности азимутов направлений на карте и эллипсоиде.

Задача обоснования и разработки картографических проекций с различным характером искажений, с учетом значительных различий размеров и конфигурации Магриба в целом и его частей была разбита на две части:

- На выбор, обоснование и разработки картографических проекций для Магриба в целом;
- На выбор, обоснование и разработки картографических проекций для карт каждой страны союза Магриба.

При этом исследовались карты, созданные в проекциях с различным характером искажений (равноугольные, равнопромежуточные и равновеликие).

Проекций для создания карт Магриба в целом

- **Равноугольные**

Впервые в мировой практике рассмотрен вопрос использования проекции Чебышева, задав по контуру:

- В качестве Северной части контура - береговую линию Средиземного моря и Атлантического океана;
- В качестве Южной части контура - внутреннюю границу между обжитой частью стран Магриба и Сахары в полосе 200 - 250 км от Ливии до Мавритании.

Проекция Чебышева определяется на основе решения обратной задачи математической картографии и включает решение двух задач:

- 1) Нахождение значений частных масштабов длин и других характеристик проекции в точках картографируемой области по заданному значению логарифма частного масштаба длин m на контуре этой области, что сводится к решению уравнения Лапласа

$$\ln \mu_{q\lambda} + \ln \mu_{\lambda\lambda} = 0$$

При заданных граничных условиях:

$$\ln \mu_r = \ln r_2$$

- 2) Определение прямоугольных координат x , y точек проекции по имеющимся значениям частных масштабов длин в точках картографируемой области. Эта задача решается с использованием уравнений

$$x_q = \mu \cos \gamma, \quad y_q = \mu \sin \gamma,$$

$$x_\lambda = -\mu \sin \gamma, \quad y_\lambda = \mu \cos \gamma,$$

Для вычисления проекции Чебышева в целях картографирования территории Магриба в целом был использован способ линейной аппроксимации, разработанный Л. М. Бугасвским.

Так как контур Магриба асимметричный относительно среднего меридиана, то уравнение частных масштабов записывается в виде

$$\ln m = \ln \mu - \ln r = \sum a_i \psi_i + \sum b_i \theta_i - \ln r.$$

Где a_i, b_i – постоянные коэффициенты,

ψ_i, θ_i – гармонические полиномы, значения которых равны

$$\psi_0 = 1; \quad \theta_0 = 0; \quad \psi_1 = q - q_0; \quad \theta_1 = \lambda;$$

$$\psi_2 = q^2 - \lambda^2; \quad \theta_2 = 2(q - q_0)\lambda;$$

$$\psi_n = \psi_1 \psi_{n-1} - \theta_1 \theta_{n-1}; \quad \theta_n = \psi_1 \theta_{n-1} + \theta_1 \psi_{n-1};$$

q, λ – изометрические координаты,

$r = N \cos \varphi$ – радиус кривизны параллели,

$\mu = mr$; m – частные масштабы длин.

Прямоугольные координаты определяются по формуле

$$x = \sum m_i \psi_i - \sum n_i \theta_i;$$

$$y = \sum m_i \theta_i + \sum n_i \psi_i$$

Где m_i, n_i – постоянные коэффициенты,

Проекция Чебышева была вычислена для обжитой части территории Магриба, максимальные искажения длин и площадей в ней составили величины:

Максимальное искажение длин	-0,0006013
Максимальное искажение площадей	-0,0012026

Учитывая, что территория Магриба имеет малую площадь, были выполнены исследование и обоснование применения проекции МИИГАиК, разработанная на кафедре картографии МИИГАиК. Искажения в этой проекции практически мало отличаются от искажений проекции Чебышева, но проекция имеет простой математический аппарат.

Уравнения частных масштабов длин определяются по формуле

$$\ln m = a_0 + a_1 \psi_1 + a_2 \psi_2 + \dots + b_1 \theta_1 + b_2 \theta_2 + b_3 \theta_3 - \ln r,$$

Прямоугольные координаты

$$x = m_1\psi_1 + m_2\psi_2 + m_3\psi_3 - n_2\theta_2 - n_3\theta_3 - n_4\theta_4$$

$$y = m_1\theta_1 + m_2\theta_2 + m_3\theta_3 + n_2\psi_2 + n_3\psi_3 + n_4\psi_4,$$

где:

$$m_1 = e^a; \quad m_2 = 1/2 e^a a_1; \quad m_3 = 1/6 e^a (a_1 + 2a_2 - b_1^2);$$

$$n_2 = 1/2 e^a b_1; \quad n_3 = -1/3 e^a (a_1 b_1 + b_2);$$

$$n_4 = 1/24 e^a (3a_1^2 b_1 + 6a_2 b_1 + 4a_1 b_2 + 6b_3 - 2b_2 - b_1).$$

Приведем максимальные искажений длин и площадей в этой проекции

Максимальное искажение длин	-0,0008115
Максимальное искажение площадей	-0,0016230

Достоинством проекции МИИГАиК является то, что не возникает в каждом случае создания карт необходимости составления и решения систем уравнения для определения прямоугольных координат проекции.

- Равновеликие

В настоящее время еще отсутствует теория и способы получения наилучших равновеликих проекций. Поэтому в настоящем исследовании выполнены модификации двух наиболее применимых проекций для создания карт Магриба.

Во-первых, разработана на основе новой методики равновеликая видоизмененная проекция Бонна.

Общие уравнения этих проекций имеют следующий вид:

$$x = q - \rho \cos \delta; \quad y = \rho \sin \delta;$$

Для получения проекций Бонна ставятся условия: $p=1$; $n=1$; $m=1$.

$$\rho = c-s$$

$$\delta = r/\rho \cdot \lambda$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \lambda (\operatorname{Sin} \varphi - r/\rho); \quad m = \operatorname{Sec} \varepsilon,$$

$$\operatorname{tg}(\omega/2) = (1/2) \operatorname{tg} \varepsilon$$

где s – длина дуги меридиана от экватора до данной параллели.

q – полярное расстояние южной параллели.

$C = S_0 + N_0 \operatorname{ctg} \varphi_0$ – постоянный параметр проекции.

Приведем максимальное искажение длин и углов в этой проекции

Макс. искажение длин	0.000342
Макс. искажение углов	6' 43"

Во-вторых, разработан новый вариант равновеликой азимутальной проекции в косо ориентировке.

Общие формулы проекции

$$x = \rho \cos a; \quad y = \rho \sin a,$$

$$\rho = 2Rk \sin z/2,$$

где $k = \cos z/2$.

$$\mu_1 = k \cos z/2; \quad \mu_2 = k \sec z/2;$$

$$p = k^2; \quad \text{tg}(45^\circ + \omega/2) = \sec z/2.$$

Приведем максимальное искажение длин и углов в этой проекции

Максимальное искажение длин	0.011045
Максимальное искажение углов	14' 02"

- Равнопромежуточные

В мировой картографической литературе еще отсутствуют разработки и определения наилучших равнопромежуточных проекций.

Разработана новая видоизмененная в косо ориентировке азимутальная равнопромежуточная вдоль вертикалов проекция, главный альмукантарат которой проходит по середине линии обжитой части Магриба в целом.

Общие формулы проекции

$$x = Rkz \cos a; \quad y = Rkz \sin a;$$

$$\mu_1 = k; \quad \mu_2 = kz / \sin z; \quad p = \mu_2 k; \quad \sin \omega/2 = (z - \sin z) / (z + \sin z)$$

при $k = \sin z_k / z_k$ сохраняются длины вдоль альмукантарата $z = z_k$.

Приведем максимальное искажение длин, площадей и углов в этой проекции

Максимальное искажения длин	0.010336
Максимальное искажение площадей	0.020672
Максимальное искажение углов	12' 32''

Таким образом, для картографирования территории Магриба в целом впервые создана совокупность оптимальных проекций, обеспечивающих картографирование этой территории с минимальными искажениями и лучшим распределением на основе использования известных работ российских ученых и модификации этих работ применительно к условиям Магриба.

Проекций для создания карт стран Магриба

Исследования природных и социально-экономических условий отдельных стран Магриба, а также задач решаемых в этих странах по развитию экономики, культуры и других направлений деятельности государств аналогичны задачам и условиям, решаемых в Алжире. В этой связи в настоящей диссертации вся совокупность вопросов выбора, обоснования и разработки проекций, решена на основе тех же теоритических и практических положений. В реферате эти результаты даны только на примере Республики Алжир.

Поскольку все страны Магриба решают многообразные задачи, то в целях их оптимального решения требуются карты созданные в проекциях с различным характером искажений. Учитывая сложную конфигурацию территории этих стран, наиболее оптимальными вариантами проекций для этих карт являются проекции в косо́й ориентировке. Именно эти проекции будут исследовании данной диссертации.

При этом, возникает необходимость отображения эллипсоида на шаре в соответствии с характером искажений (отдельно для равноугольных, отдельно для равновеликих и отдельно для равнопромежуточных). После этого необходимо для каждого случая определять полюс косо́й системы координат проекций, затем получать соответствующие по характеру искажений проекций шара и наконец по этим формулам находим прямоугольные координаты и характеристики двойных проекций. Рассмотрим эти вопросы более подробно:

- Равноугольные

Выполнены исследование и обосновано применение проекций Лагранжа и МИИГАиК, искажение в них практически незаметны. Формулы проекции МИИГАиК даны выше, ниже приведем формулы проекции Лагранжа

Формулы проекции Лагранжа

$$x = k \sin \delta / (1 + \cos \delta \cos \alpha \lambda);$$

$$y = k \cos \delta \sin \alpha \lambda / (1 + \cos \delta \cos \alpha \lambda).$$

$$m = n = a k \cos \delta / (1 + \cos \delta \cos \alpha \lambda);$$

$$\alpha = \sqrt{1 - (1 - \eta)^2 / (1 + \eta)^2 \cos^2 \varphi_b}$$

где $\eta = b/a$; a и b – соответственно большая и малая полуоси эллипса, описанного вокруг контура.

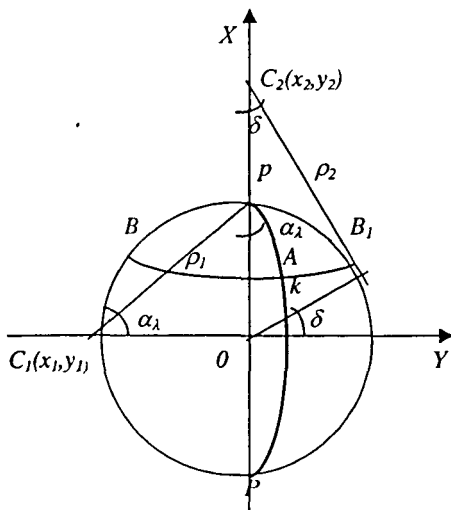


Рис. 1. Система координат в проекции Лагранжа

Максимальные искажение в этих двух проекциях являются следующими:

Проекция	$(v_m)_{max}$	$(v_p)_{max}$
Лагранжа	0.001655	0.003310
МИИГАиК	- 0.000742	-0.001484

Учитывая, что береговая линия страны Магриба наклонена относительно параллели, был обоснован и разработан вариант конических проекций в косо ориентировке с двумя главными альмукантаратами в пределах обжитой части каждой страны Магриба.

Общие формулы проекции

$$x = \rho \cos \delta; \quad y = \rho \sin \delta;$$

$$\rho = k \operatorname{tg}^{\alpha} (z/2); \quad \delta = \alpha \lambda,$$

где ρ - полярный радиус.

Для равноугольных конических проекций с двумя главными альмукантаратами z_1 и z_2 - $m_1 = m_2$, то:

$$\alpha = \lg r_1 - \lg r_2 / \lg U_2 - \lg U_1$$

$$k = r_1 U_1^{\alpha} / r_2 U_2^{\alpha}.$$

где α, k - постоянные параметры.

$$z = 90^{\circ} - \varphi; \quad \lambda = -a,$$

Широты φ_1 и φ_2 можно определить по способу В.В. Каврайского

$$\varphi_1 = \varphi_0 + (\varphi_c - \varphi_0 / k_1); \quad \varphi_2 = \varphi_c - (\varphi_c - \varphi_0 / k_1);$$

где k_1 - величина, зависящая от конфигурации изображаемой территории, поскольку страны Магриба имеют форму, близкую к прямоугольнику, то $k_1 = 5$.

Масштабы

$$m = (\alpha k / R) \cdot \operatorname{tg}^{\alpha} (z/2) / \operatorname{Sin} z;$$

$$\rho = m \cdot n = m^2.$$

Приведем максимальное искажение длин и площадей в этой проекции

Максимальное искажение длин	0,000138
Максимальное искажение площадей	0,000276

- Равновеликие.

Выполнены обоснование и разработка варианта равновеликой проекции Бонна в косо ориентировке с одним главным альмукантаратом в середине обжитой части каждой страны. Формулы проекции даны выше.

Приведем максимальное искажение длин и углов в этой проекции

Макс. искажение длин	0.000108
Макс. искажение углов	2' 16"

Выполнены обоснование и разработка варианта равновеликих конических проекций в косой ориентировке с двумя главными альмукуантаратами в пределах обжитой части каждой страны Магриба.

В этих проекциях :

$$\rho^2 = (2R^2/\alpha) \cdot (K - \sin\varphi); \quad n^2 = (2\alpha \cos^2\varphi) \cdot (k - \sin\varphi);$$

$$\alpha = (r_1 - r_2)/2(s_2 - s_1); \quad k = (r_1^2/2\alpha) + s_1 = (r_2^2/2\alpha) + s_2.$$

Максимальные искажения длин и углов являются следующими:

Максимальное искажение длин	0.000251
Максимальное искажение углов	4' 32"

Выполнены обоснование и разработка варианта видоизмененных равновеликих конических и азимутальных проекций с заданной формой граничной изоколы.

Общие формулы проекции:

$$X = x + \sum b_i y,$$

$$Y = y,$$

где x, y – приведенные выше прямоугольные координаты азимутальной или конической проекции.

$$\rho^2 = C - 2R^2/\alpha (k - \sin\varphi),$$

b_i – постоянные параметры строго равновеликой проекции, определяемые при условии получения крайней изоколы проекции в желаемом виде.

$$\mu_i = [(\cos(z/2) \cos a)^2 + (\sum_i b_i (2\sin(z/2) \sin a)^{i-1} \cos(z/2) \sin a)]^{1/2}$$

Обозначим $t^2 = \mu_i^2 - (\cos(z/2) \cos a)^2$

В этом случае получаем:

$$\sum_i b_i (2\sin(z/2) \sin a)^{i-1} \cos(z/2) \sin a = t$$

Отметим, что полюс косой системы для каждой из этих стран принят в центре обжитой части каждой страны Магриба.

Максимальные искажения длин и углов являются следующими:

Максимальное искажение длин	0.000197
Максимальное искажение углов	4' 45"

- Равнопромежуточные

Обоснован и разработан вариант равнопромежуточных конических проекций в косой ориентировке, главные альмукантараты которые расположены также в пределах обжитой части каждой страны Магриба.

Общие формулы проекции:

$$\rho = k - s;$$

$$n = \alpha(k - s) / r,$$

где $\alpha = (r_1 - r_2) / (s_2 - s_1)$; $k = s_1 + r_1 / \alpha = s_2 + r_2 / \alpha$.

Максимальные искажения длин и углов являются следующими:

Максимальное искажение длин	0.000152
Максимальное искажение площадей	0.000304
Максимальное искажение углов	4' 12"

Таким образом, искажение в рассматриваемых проекциях значительно лучше распределяются в пределах обжитой части каждой страны Магриба, чем в традиционных вариантах проекций (проекций в нормальной ориентировке).

Как отмечалось выше, все страны Магриба в настоящее время развивают свой социально-экономический потенциал, расширяют производство промышленности и сельскохозяйственной продукции, расширяют торговлю и другие стороны жизни государств.

Разработанные теоретические положения и способы вычисления равноугольных, равновеликих и равнопромежуточных проекций создают базу для создания разнообразных тематических и специальных карт.

В данной диссертации в качестве примера рассмотрим только проекции для навигационных, аэронавигационных и экономических карт. При этом,

известно, что навигационные и аэронавигационные карты создаются в проекции Меркатора и в меньшей мере в равноугольной конической проекции. Формулы и характеристики конических проекций достаточно подробно рассмотрены выше.

Кратко изложим основы математического аппарата проекции Меркатора :

- условие равноугольности: $m = n$, $c = 0$.
- прямоугольные координаты:

$$x = r_k \ln U; \quad y = r_k \lambda^\circ \rho^\circ$$

- масштабы: $m = n = r_k/r$; $p = m^2$; $\omega = 0$,

где: ρ° - радиан (57,2957795).

Проекция Меркатора обладает свойством локсодромичности, что определило их широкое применение для составления морских и аэронавигационных карт.

Уравнение локсодромии:

$$\lambda - \lambda_0 = \operatorname{tg} \alpha (\ln U - \ln U_0)$$

Впервые в картографии Алжира уделено внимание на решение ортодромичности и локсодромичности свойств проекций Меркатора и равноугольной конической проекции.

Заключение

В соответствии с целью и поставленными задачами, в диссертации выполнены следующие :

1. Установлены особенности и конфигурация территории Магриба в целом и его стран , определена неравнозначность определенных частей его территории, влияющих на выборе и обоснования картографических проекций.
2. Разработаны два новых интегральных критерия, которые совместно с существующими позволяют получить наиболее полную оценку достоинств проекций.
3. Выполнены выбор, обоснование и разработка проекции с различным характером искажений для оптимальных карт на всю территорию Магриба, а также выполнены аналогичные исследование и разработки

проекций для каждой его страны, имеющие существенные достоинства по сравнению с известными, используемые ранее при картографировании этих стран.

4. Впервые в Алжире выполнены исследования локсодромических и ортодромических свойств проекций обеспечивающие более правильный подход при использовании навигационных и аэронавигационных карт.

Результаты выполненных исследований являются предметом защиты настоящей диссертации.