

ЛЕКЦИЯ 2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ

РАЗРАБОТАЛА:


д. с.-х. н., заведующий кафедрой
геодезии

и фотограмметрии УО «Белорусская
государственная сельскохозяйственная
академия»

МЫСЛЫВА ТАМАРА НИКОЛАЕВНА



РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ

1. Математическая основа карт. Земной эллипсоид.
 2. Масштабы карт.
 3. Картографические проекции и их классификация.
 4. Искажения в картографических проекциях (форм, площадей, углов и длин).
 5. Распознавание проекций. Выбор и обоснование картографической проекции. Координатные сетки.
 6. Разграфка и номенклатура многолистных карт. Рамки карты. Компоновка карты.
- 

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1. Берлянт А. М. Картоведение / А. М. Берлянт. - М.: Аспект Пресс, 2003. - 486 с.
- 2. Геоэкологическое картографирование / [Б. И. Кочуров, Д. Ю. Шишкина, А. В. Антипова, С. К. Костовска]. - Москва: Академия, 2012. - 224 с.
- 3. Раклов В. П. Картография и ГИС: учебное пособие для вузов. 2-е изд. / В. П. Раклов. - М.: Академический проект, 2014. – 215 с.
- 4. Салищев К. А. Картоведение / К. А. Салищев. - М.: Изд-во МГУ, 1990. - 400 с.



1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТ. ЗЕМНОЙ ЭЛЛИПСОИД

КАРТА

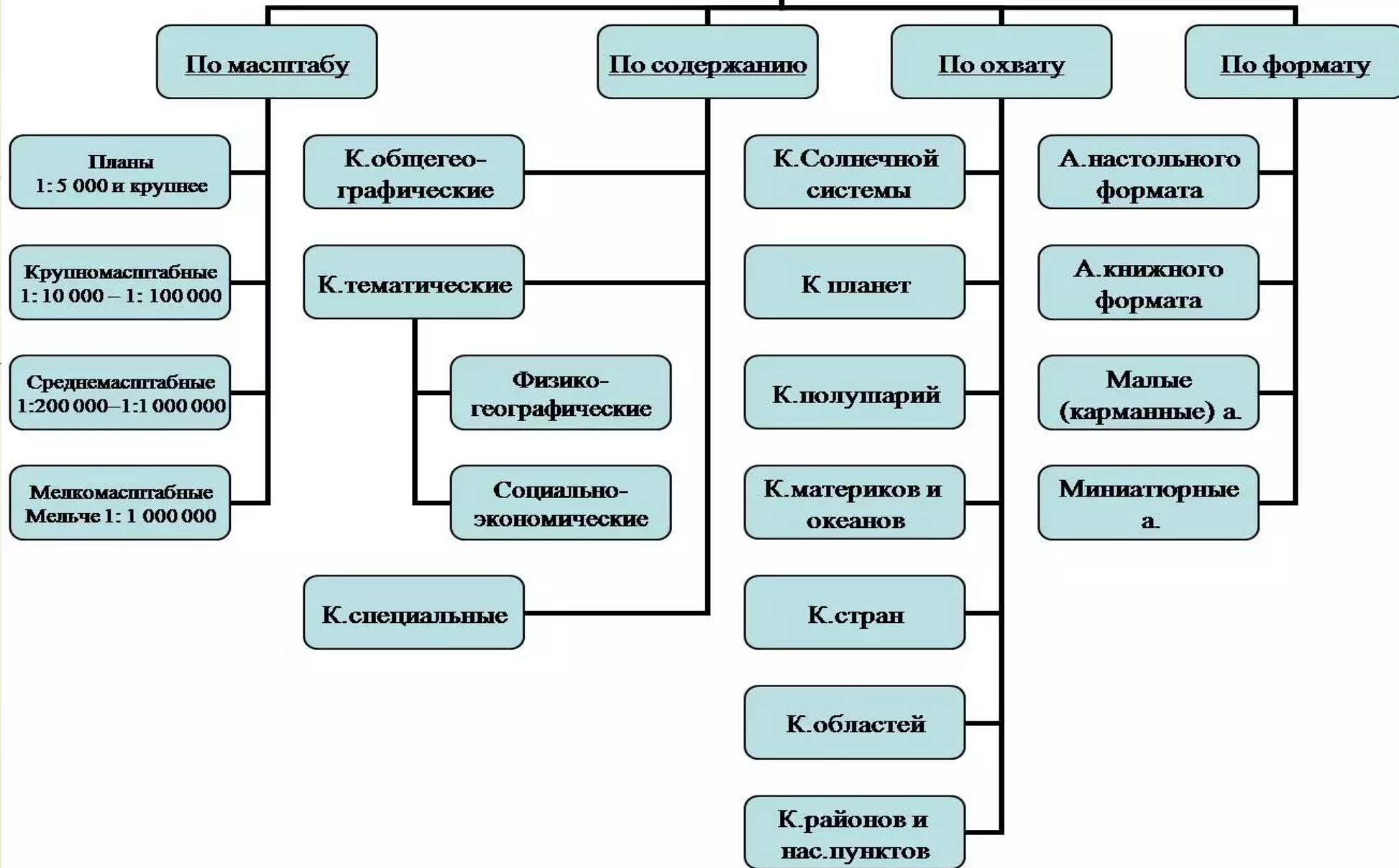
Карта - плоское, математически определенное, уменьшенное, условно-знаковое изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее размещение, свойства и связи природных и социально-экономических явлений.

Картографическое изображение – главная часть любой географической карты. Состоит из отображения физико-географических (природных) и социально-экономических явлений.

К физико-географическим (природным) элементам относят гидрографию, растительность и почвы, рельеф, а к социально-экономическим - населенные пункты, пути сообщения, границы. Все эти элементы имеются на общегеографических картах и тесно между собой связаны.

На тематических картах эти элементы составляют географическую основу, которая служит для нанесения и привязки элементов тематического содержания, и само тематическое содержание (например, экономика, животный мир и др.)

Классификация карт



Общегеографические карты



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОСНОВА КАРТЫ

Математическая основа карты: совокупность элементов, определяющих математическую связь между реальной поверхностью Земли или другого небесного тела и плоским картографическим изображением.

Отражает геометрические законы построения карты и геометрические свойства изображения, обеспечивает возможность измерения координат, нанесения объектов по координатам, достаточно точные картометрические определения длин, площадей, объёмов, углов и др.

К математической основе относят **проекцию карты, координатные сетки** (географические, прямоугольные и иные), **масштаб, геодезическое обоснование**, а также **компоновку**, т. е. размещение всех элементов карты в пределах её рамки.

ГЕОИД



Геоид определяется как поверхность гравитационного поля, которая совпадает со средним уровнем моря. Поверхность геоида перпендикулярна вектору силы гравитации. Так как масса Земли распределена неравномерно, и направление силы тяжести изменяется, геоид имеет неправильную форму.

В России используется геоид, поверхность которого проходит через нуль кронштадтского футштока, совпадающий со средним уровнем Балтийского моря в 1825-1840 годах. Геоид служит началом отсчета ортометрических высот.

Кронштадтский футшто́к - футшток для измерения высоты уровня Балтийского моря, установленный на устье Синего моста через Обводной (Проводной) канал в Кронштадте. Футшток отградуирован в сантиметрах.

Нуль кронштадтского футштока - отметка на кронштадтском футштоке, расположенная на высоте, соответствующей среднему уровню воды в Балтике за период 1825-40 гг.

Кронштадтский футшток



Памятник Петру Кузьмичу Пахтусову, уроженцу Кронштадта, установлен у здания бывшего Штурманского училища, где учился в 1816-1820 годах будущий выдающийся мореплаватель – исследователь Новой Земли.

Необходимость замера уровня моря существовала очень давно. За нуль принимали уровень моря относительно суши за длительный период наблюдений. По Астердамскому футштоку вычисляются высоты и глубины Западной Европы. По Марсельскому футштоку ведут замер уровня Средиземного моря.

В России футшточную службу организовал Пётр I. Первый футшток появился в Петербурге в 1703 году, а в 1707 году - появилась футшточная служба на Котлине. Замеры уровня моря были необходимы для молодого российского флота, - от уровня моря зависело плавание по мелководью Финского залива и устью Невы, а также строительство оборонительных сооружений на острове.

В 1825-1839 годах русский гидрограф М. Ф. Рейнеке вывел средний уровень моря для нескольких мест Финского залива и заметил, что нули футштоков в этих точках располагались выше среднего уровня. Он предложил совместить средний уровень моря с нулями футштоков. В 1840 году на граните были выбиты горизонтальные метки. Это нововведение позволяло производить наблюдения за уровнем моря от одной нулевой отметки.

Для контроля положения нуля футштока используют специальные реперы - метки на твёрдой поверхности суши. Основным репер Кронштадтского футштока - горизонтальная высебка буквы «П» в слове «Польза» на памятнике П. К. Пахтусову. Превышения репера над нулём футштока, по замерам в течение десятилетий, подтвердили устойчивость метки Рейнеке 1840 года.

Кронштадтский футшток



Мареограф Кронштадтского футштока

На материке, в Ораниенбауме, находится метка № 173. Она расположена на здании железнодорожной станции «Ораниенбаум», и с ней также, периодически, проводятся нивелировки. Результаты нивелировок, проводящиеся с 1880 года, показывают практическую неизменность высотного положения нуля Кронштадтского футштока.

В 1871-1904 годах астроном В. Е. Фус из астрономической обсерватории в Кронштадте осуществил нивелирную связь нуля Кронштадтского футштока с марками на материке. В. Е. Фусу принадлежит большая заслуга в решении вопроса об основном нуле высот России.

В 1886 году астроном-геодезист Ф. Ф. Витрам на месте нулевой метки вделал в камень медную пластину с горизонтальной чертой, которая и представляет нуль Кронштадтского футштока.

В 1898 году в деревянной будке был установлен мареограф - прибор, постоянно регистрирующий уровень воды в колодце относительно нуля футштока. Чуть позже мареограф перенесли в небольшой павильон с глубоким колодцем. Самописец мареографа беспристрастно фиксирует колебания моря, отмечая и отливы, и наводнения.

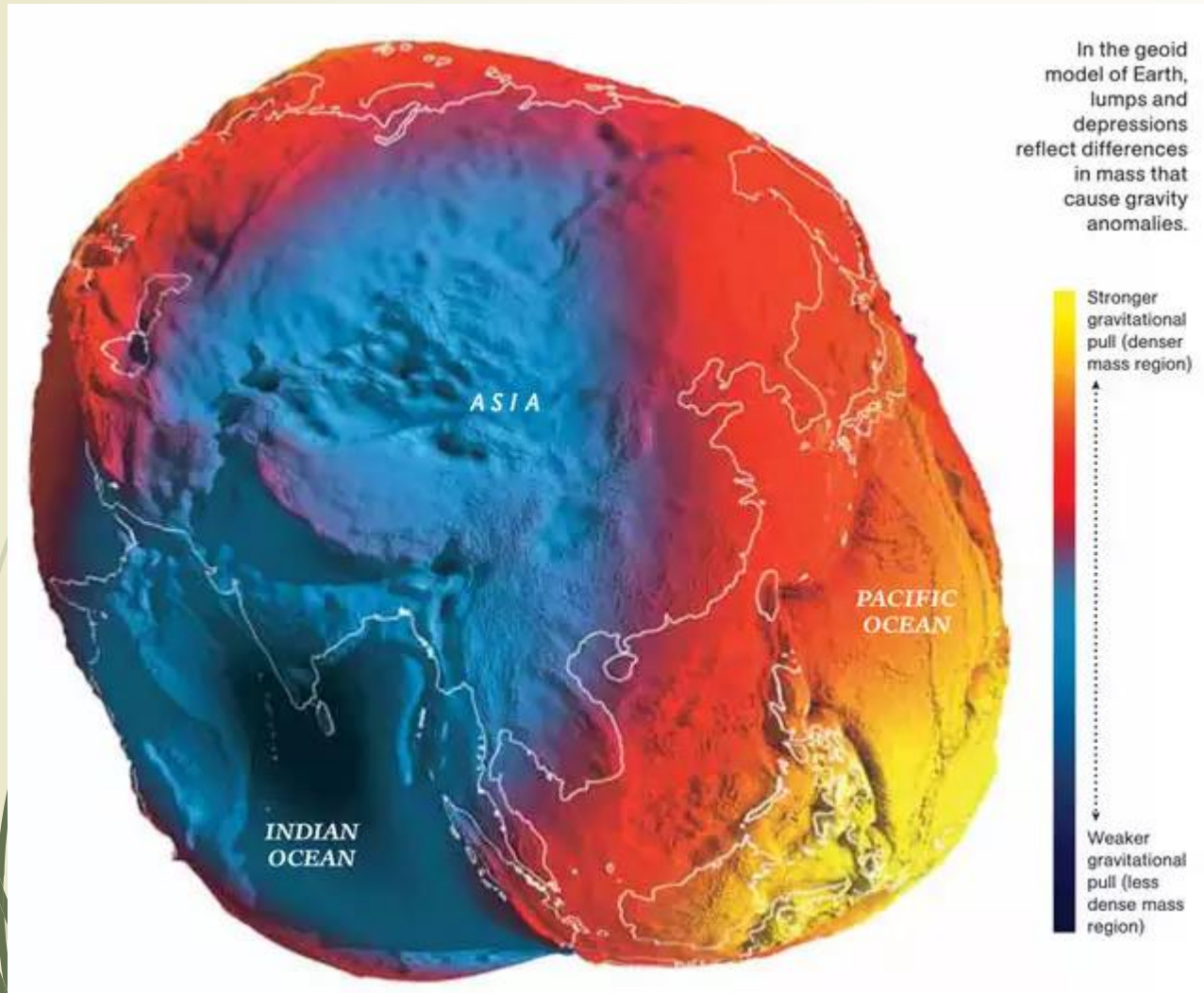
Кронштадтский футшток



В 1913 году заведующий инструментальной камерой Кронштадтского порта Х. Ф. Тонберг установил новую пластину с горизонтальной чертой, которая и служит до настоящего времени исходным пунктом всей нивелирной сети России.

От нуля Кронштадтского футштока на всей территории России производятся измерения глубин и высот. Географические карты равняются на Кронштадтскую точку отсчёта. Даже космические орбиты ведут отсчёт от небольшой черты медной таблички, прикреплённой к устью Синего моста через Обводный канал в Кронштадте.

ГЕОИД - эквипотенциальная или уровенная поверхность гравитационного поля Земли



Комки и впадины отображают различия в массе, вызываемые гравитационными аномалиями.

Сильное гравитационное притяжение (регион с плотной гравитационной массой)

Сильное гравитационное притяжение (регион с плотной гравитационной массой)

СФЕРОИД – упрощенная модель геоида

Сфероид	Большая полуось (м)	Малая полуось (м)
Кларк 1866	6378206.4	6356583.8
GRS80 1980 (США)	6378137	6356752.31414
WGS84 1984	6378137	6356752.31424518
Эллипсоид Красовского 1940 (РФ)	6378245	6356863

Исторически сложилось так, что в разные времена и в разных странах были приняты и законодательно закреплены различные эллипсоиды, параметры которых не совпадают между собой. В бывшем СССР и России принят эллипсоид Ф.Н. Красовского, вычисленный в 1940 г. Вычисление и уточнение размеров земного эллипсоида продолжается по сей день. В настоящее время параметры современной точности имеют эллипсоиды, представленные в таблице.

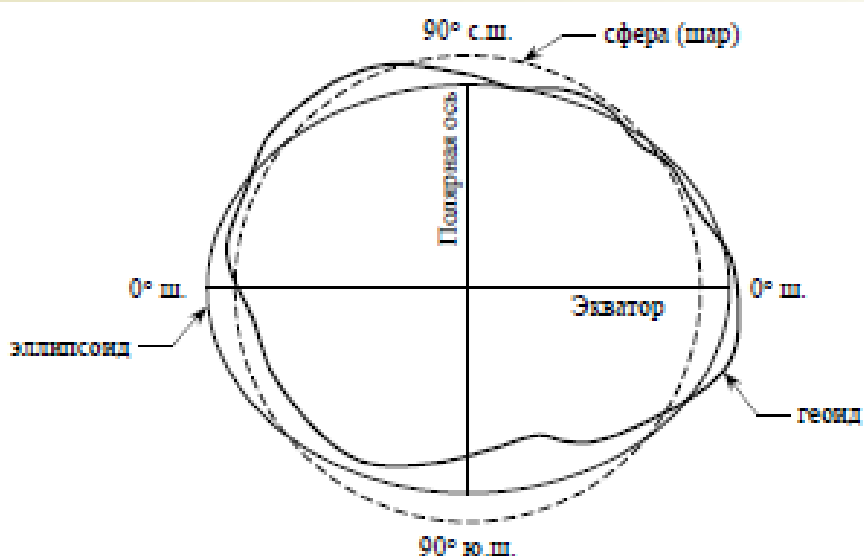
Сфероид – трёхмерное тело, созданное из двумерного эллипса. Эллипс – это овал, с большой (длинной) осью и малой (короткой) осью. Вращение эллипса вокруг малой оси образует сфероид.

Большая полуось составляет половину длины большой оси. Малая полуось – это половина длины малой оси.

Для Земли большая полуось – это радиус от центра Земли до экватора, малая полуось – это радиус от центра Земли до полюса.

Определенные сфероиды различаются размерами своих больших и малых полуосей.

Геоид, сфероид (эллипсоид), шар



Меридиональное сечение геоида, сфероида и шара



Эллипсоид вращения

При картографировании сложную фигуру геоида заменяют математически более простой – эллипсоидом вращения – геометрическим телом, которое образуется при вращении эллипса вокруг его малой оси.

Эллипсоид вращения характеризуют три параметра:

- **большая экваториальная полуось (a);**
- **малая полярная полуось (b);**
- **полярное сжатие (α).**

Эти параметры взаимосвязаны следующим образом:

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$



2. МАСШТАБЫ КАРТ

Определение масштаба в математике и географии

В математике: **масштаб** – это отношение длины отрезка на плане к длине соответствующего отрезка в натуре.

В географии: **масштаб** – это дробь числитель которой равен 1, а знаменатель показывает во сколько раз уменьшили или увеличили объект.

Масштаб - степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на земной поверхности.

Масштаб постоянен только на планах местности, на картах меняется от точки к точке по разным направлениям – всё зависит от свойств картографической проекции.

ВИДЫ МАСШТАБОВ КАРТ

Различают **численный**, **именованный** и **линейный** масштабы.


Именованный масштаб –это масштаб выраженный именованными числами, обозначающими длины взаимно соответствующих отрезков на карте и в натуре (в 1 см – 10 м);

Линейный масштаб –это масштаб в виде отрезка прямой, разделённого на равные части с подписанными значениями соответствующих им расстояний на местности;


Численный масштаб –это масштаб выраженный дробью, в которой числитель равен 1, а знаменатель равен числу, показывающему во сколько раз уменьшили размер на карте (1:10000).

ВИДЫ МАСШТАБОВ КАРТ

ЧИСЛЕННЫЙ МАСШТАБ	НАЗВАНИЕ КАРТЫ
1 : 2 000	Двухтысячная
1 : 5 000	Пятитысячная
1 : 10 000	Десятитысячная
1 : 25 000	Двадцатипятитысячная
1 : 50 000	Пятидесятитысячная
1 : 100 000	Стотысячная
1 : 200 000	Двухсоттысячная
1 : 300 000	Трехсоттысячная
1 : 500 000	Пятисоттысячная
1 : 1 000 000	Миллионная



КЛАССИФИКАЦИЯ КАРТ ПО МАСШТАБУ



1) планы – 1:5000, 1:2 000, 1:1 000 1:500;

2) крупномасштабные – 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 (топографические карты);

3) среднемасштабные – 1:200 000, 1:500 000 и 1:1 000 000 (обзорно-топографические карты);

4) мелкомасштабные – мельче 1:1 000 000 (обзорные).

ВИДЫ МАСШТАБОВ КАРТ

Численный масштаб карты	Название карты	1 см на карте соответствует на местности	1 см ² на карте соответствует на местности	1 км на местности соответствует на карте
1:5 000	пятитысячная	50 м	0,0025 км ² =0,25 га	20 см
1:10 000	десятитысячная	100 м	0,010 км ² =1 га	10 см
1:25 000	двадцатипятитысячная	250 м	0,0625 км ² =6,25 га	4 см
1:50 000	пятидесятитысячная	500 м	0,25 км ² =25 га	2 см
1:100 000	стотысячная	1 км	1,0 км ² =100 га	1 см
1:200 000	двухсоттысячная	2 км	4,0 км ² =400 га	5 мм
1:300 000	трехсоттысячная	3 км	9,0 км ² =900 га	3,3 мм
1:500 000	пятисоттысячная	5 км	25,0 км ² =2 500 га	2 мм
1:1 000 000	миллионная	10 км	100,0 км ² =10 000 га	1 мм

Масштабы старых русских карт

Численный масштаб	Название карты	1 дюйму на карте соответствует на местности
1:21 000	Полуверстка	½ версты
1:42 000	Одноверстка	1 верста
1:84 000	Двухверстка	2 версты
1:126 000	Трехверстка	3 «
1:210 000	Пятиверстка	5 верст
1:420 000	Десятиверстка	10 «
1:1 050 000	Двадцатипятиверстка	25 «
1:1 680 000	Сорокаверстка	40 «
1:4 200 000	Стоверстка	100 «

Масштабы британских карт

Численный масштаб	Название карты	1 дюйму на карте соответствует на местности	1 миле на местности соответствует на карте
1:10 560	Шестидюймовая	⅙ мили	6 дюймов
1:63 360	Одnodюймовая	1 миля	1 дюйм
1:126 720	Полудюймовая	2 мили	½ дюйма
1:253 440	Четвертьдюймовая	4 «	¼ «
1:633 600	Десятимильная	10 миль	⅓ «



3. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

ПО ХАРАКТЕРУ
ИСКАЖЕНИЙ

РАВНОВЕЛИКИЕ

РАВНОУГОЛЬНЫЕ

РАВНОПРОМЕЖУТОЧНЫЕ

ПРОИЗВОЛЬНЫЕ

ПО ВИДУ НОРМАЛЬНОЙ
КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТКИ

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

КОНИЧЕСКИЕ

АЗИМУТАЛЬНЫЕ

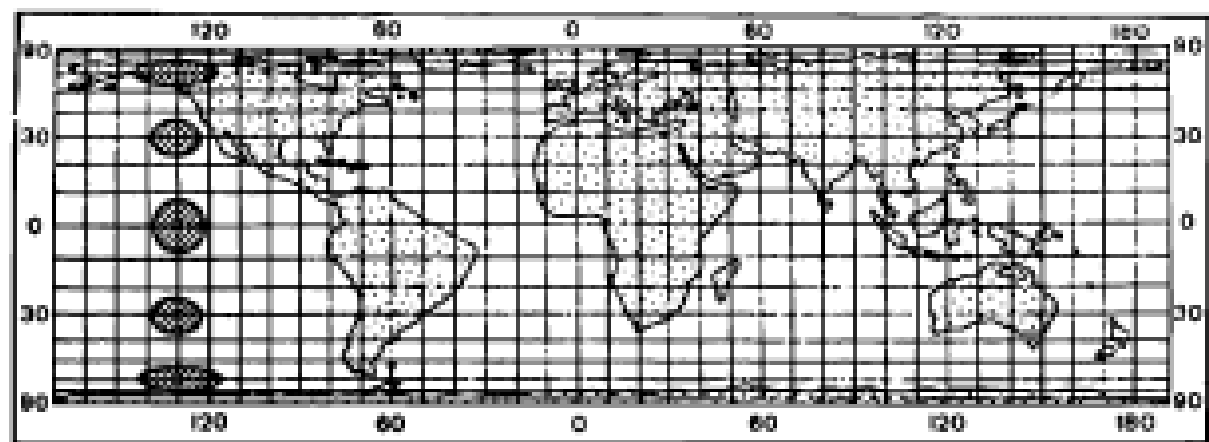
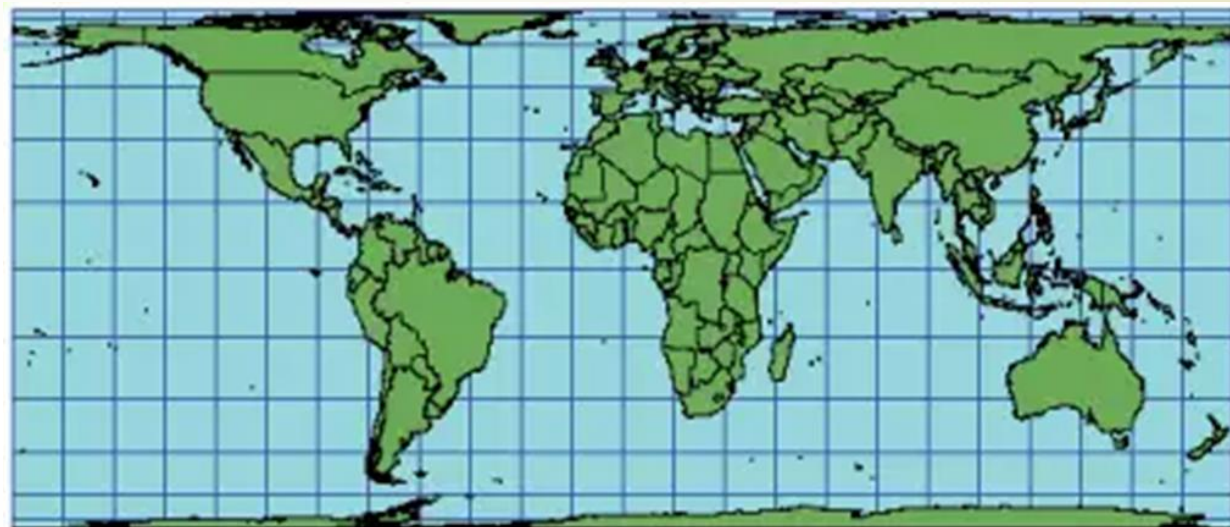
Равновеликие (эквивалентные) проекции

Равновеликие проекции **сохраняют площадь изображаемых объектов без искажений**. Это достигается за счет искажения формы, углов и масштабов.

Увеличение масштаба длин по одной оси эллипса искажений компенсируется уменьшением масштаба длин по другой оси, что вызывает закономерное уменьшение расстояний между соседними параллелями по меридиану и, как следствие, – сильное искажение форм.

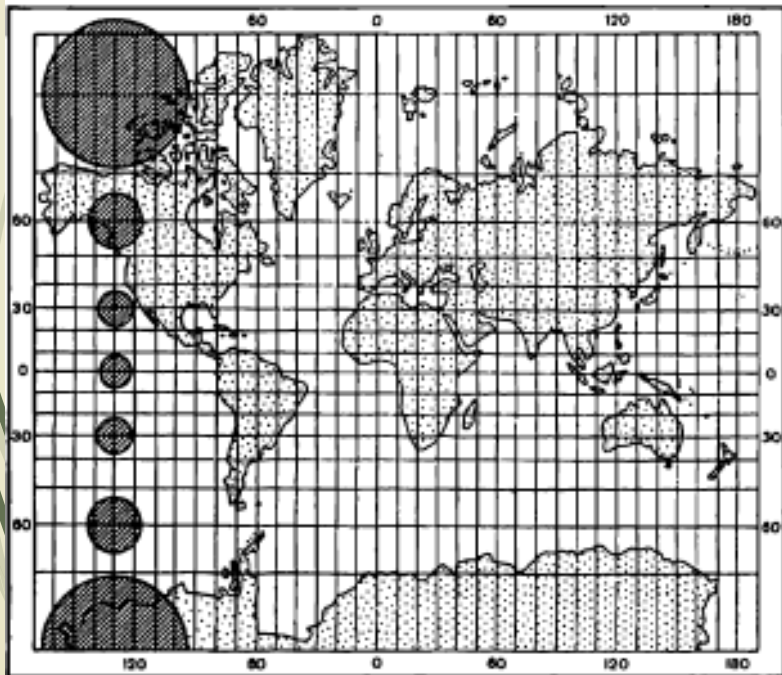
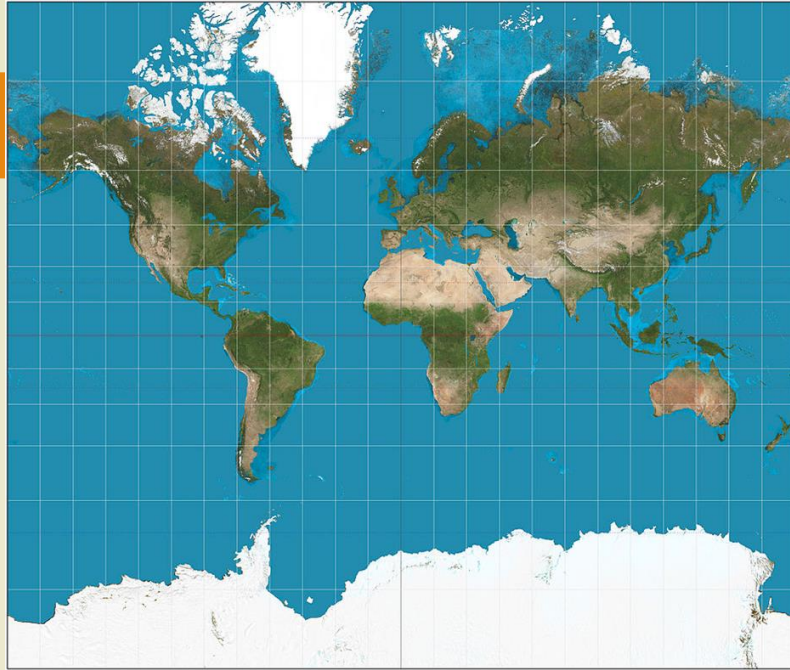
Для каждой точки в равновеликих проекциях имеет место равенство: **$p = 1$ ($p = \text{const}$)**.

Равновеликая цилиндрическая проекция Бергмана



Равноугольная проекция Меркатора

Равноугольные (конформные) проекции

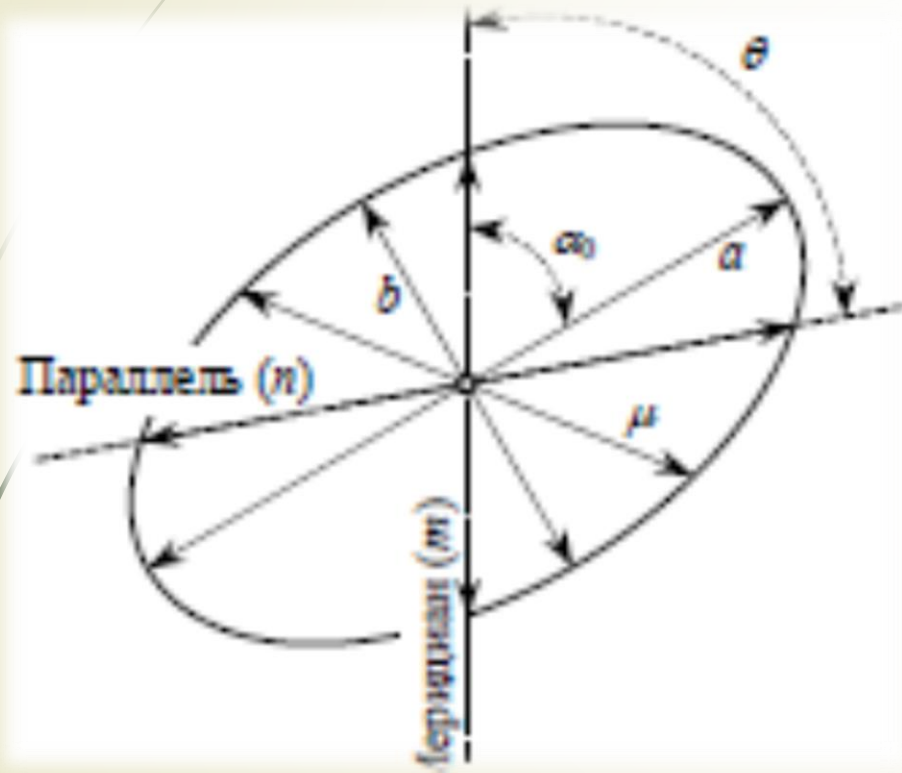


Оставляют без искажений углы и формы бесконечно малых фигур. Элементарная окружность в таких проекциях всегда остается окружностью, но размеры ее сильно меняются. Такие проекции особенно удобны для определения направлений и прокладки маршрутов по заданному азимуту, поэтому их всегда используют на навигационных картах.

Карты, составленные в равноугольных проекциях, имеют значительные искажения площадей.

Для сохранения отдельных углов, описывающих пространственные отношения, равноугольная проекция должна также представлять линии картографической сетки пересекающимися под углом 90° на карте. Это достигается с помощью сохранения всех углов.

Равноугольные (конформные) проекции – эллипс искажения



Для каждой точки в равноугольных проекциях справедливы зависимости:

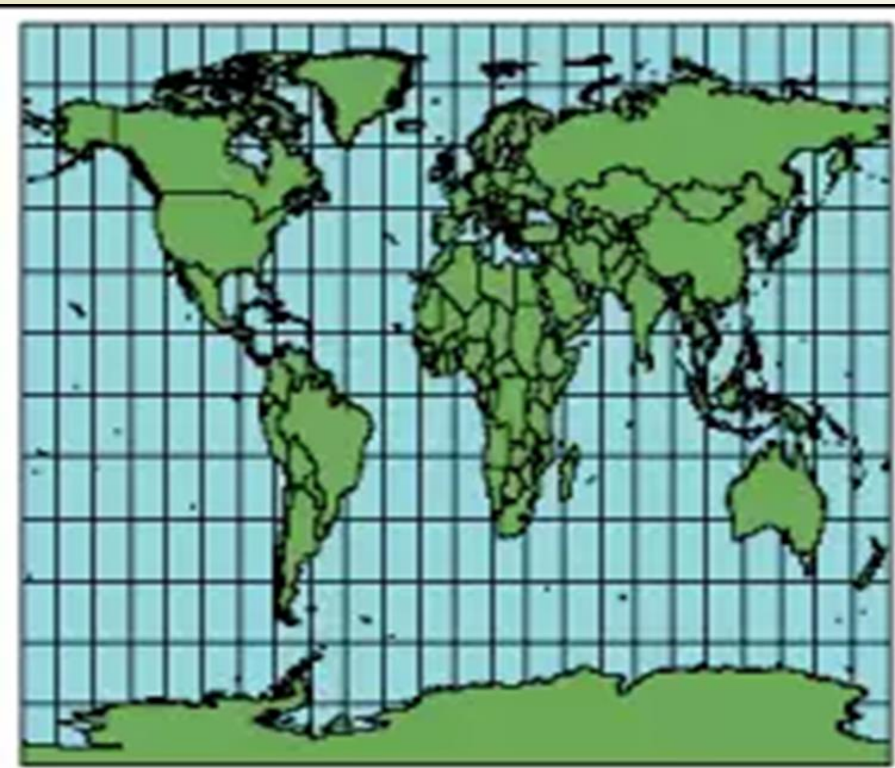
$$\mu = \alpha = b = m = n ;$$

$$\omega = 0^\circ ;$$

$$\theta = 90^\circ ;$$

$$k = 1 ;$$

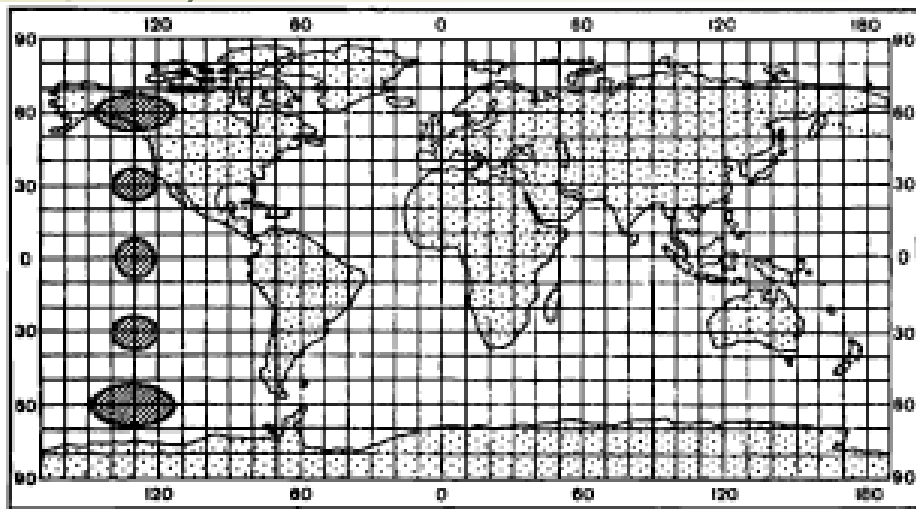
$$\alpha_0 = 0^\circ \text{ (или } \pm 90^\circ \text{)} .$$



Равнопромежуточные проекции

Произвольные проекции, в которых масштаб длин по одному из главных направлений постоянен и обычно равен главному масштабу карты.

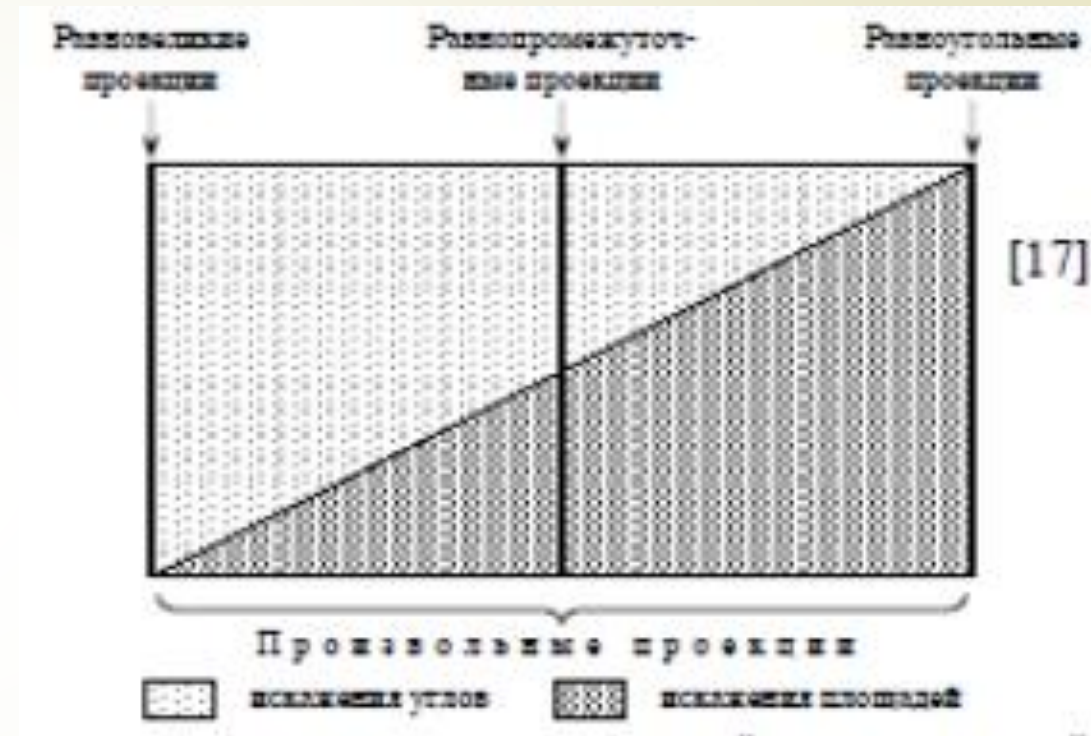
Соответственно различают проекции **равнопромежуточные по меридианам** - в них без искажений остается масштаб вдоль меридианов, и **равнопромежуточные по параллелям** - в них сохраняется постоянным масштаб вдоль параллели.



В таких проекциях присутствуют искажения площадей и углов, но они как бы уравниваются.

ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Произвольные проекции – это все остальные виды проекций, в которых в тех или иных произвольных соотношениях искажаются и площади, и углы (формы). При их построении стремятся найти наиболее выгодное для каждого конкретного случая распределение искажений, достигая как бы некоторого компромисса. Выбирают проекции с минимальными искажениями в центральной части карты, «сбрасывая» все сжатия и растяжения к краям.



Соотношение искажений углов и площадей в равновеликих, равноугольных, равнопромежуточных и произвольных проекциях

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

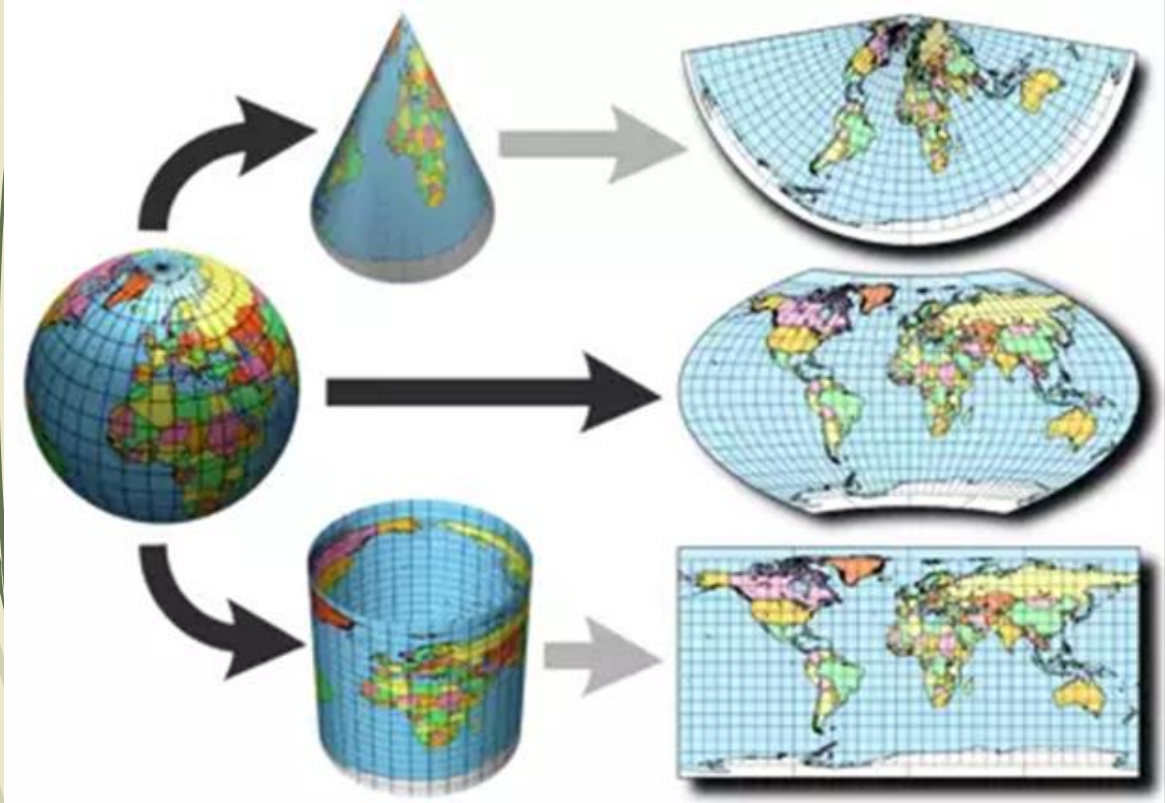
При замене земного эллипсоида сферой в целях обеспечения равноугольности, равновеликости или равнопромежуточности по меридианам картографического изображения радиус шара в каждом случае выгодно брать различным (табл. 2).

Таблица 2

Величина радиуса сферы при отображении на ней земного эллипсоида

Изображение	Обозначение	Радиус сферы, м
Произвольное	R	6 371 120
Равноугольное	R'	6 378 245
Равновеликое	R''	6 371 116
Равнопромежуточное по меридианам	R'''	6 367 558

ТИПЫ ПРОЕКЦИИ КАРТ



Поскольку карты плоские, **в некоторых простейших проекциях используются геометрические фигуры**, которые можно развернуть на плоскость без растяжения и разрывов их поверхностей. Они называются развертывающимися поверхностями.

Типичными **примерами являются конусы, цилиндры и плоскости**. Проекция карты систематизировано проектирует участки поверхности сфероида на соответствующие позиции плоскости с помощью математических алгоритмов.

ТИПЫ ПРОЕКЦИИ КАРТ

Первым шагом при проецировании одной поверхности на другую является создание одной или более точек контакта. **Каждая такая точка называется точкой касания.**

Азимутальная проекция проходит по касательной к земной поверхности только в одной точке.

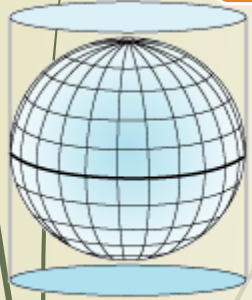
Конусы и цилиндры касаются земного шара вдоль линии. Если поверхность проекции пересекает земной шар, а не касается его поверхности, то полученная в результате проекция является секущей, а не касательной.

Независимо от того, является ли контакт касательным или секущим, его место очень значимо, поскольку определяет точку или линии нулевого искажения. Эту линию истинного масштаба часто называют стандартной линией. **В общем случае, искажение проекции увеличивается с увеличением расстояния от точки контакта.**

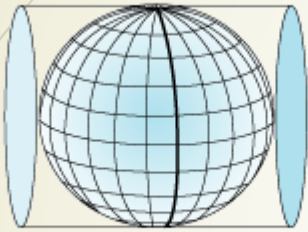
ТИПЫ ПРОЕКЦИЙ

АЗИМУТАЛЬНАЯ

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ



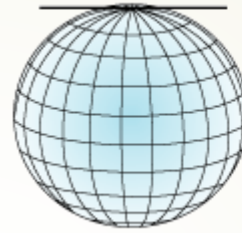
Normal



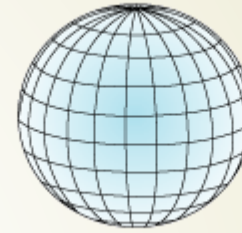
Transverse



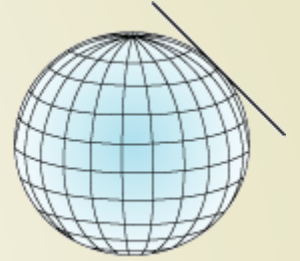
Oblique



Polar

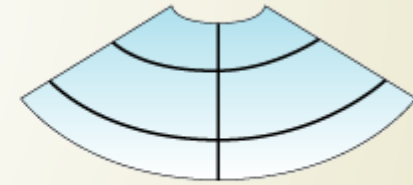
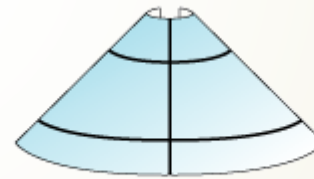
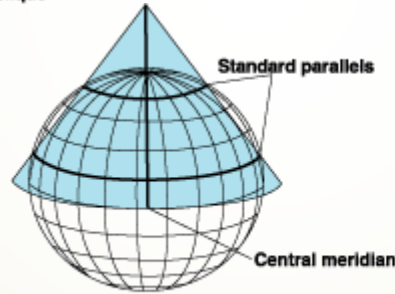


Equatorial

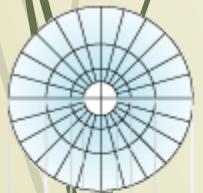


Oblique

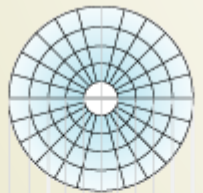
КОНИЧЕСКАЯ СЕКУЩАЯ



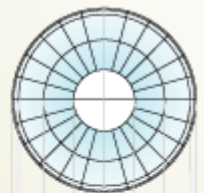
ПОЛЯРНАЯ (ВАРИАНТЫ)



Gnomonic

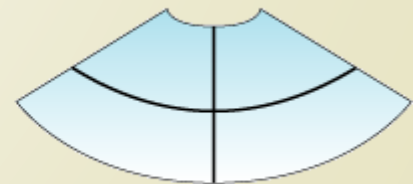
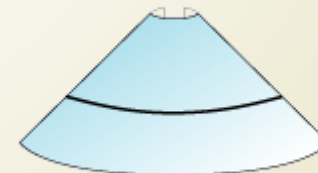
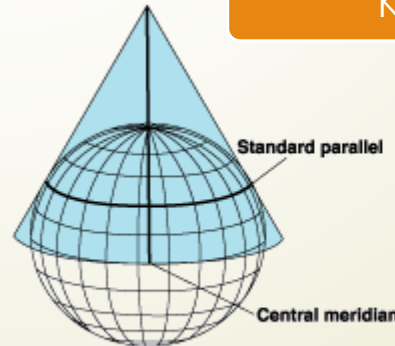


Stereographic



Orthographic

КОНИЧЕСКАЯ КАСАТЕЛЬНАЯ



ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Цилиндрическими называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного (или секущего) цилиндра, а затем цилиндр разрезается по образующей и разворачивается в плоскость.

Искажения минимальны вблизи линии касания или двух линий сечения цилиндра земного эллипсоида, являющихся линиями нулевых искажений.

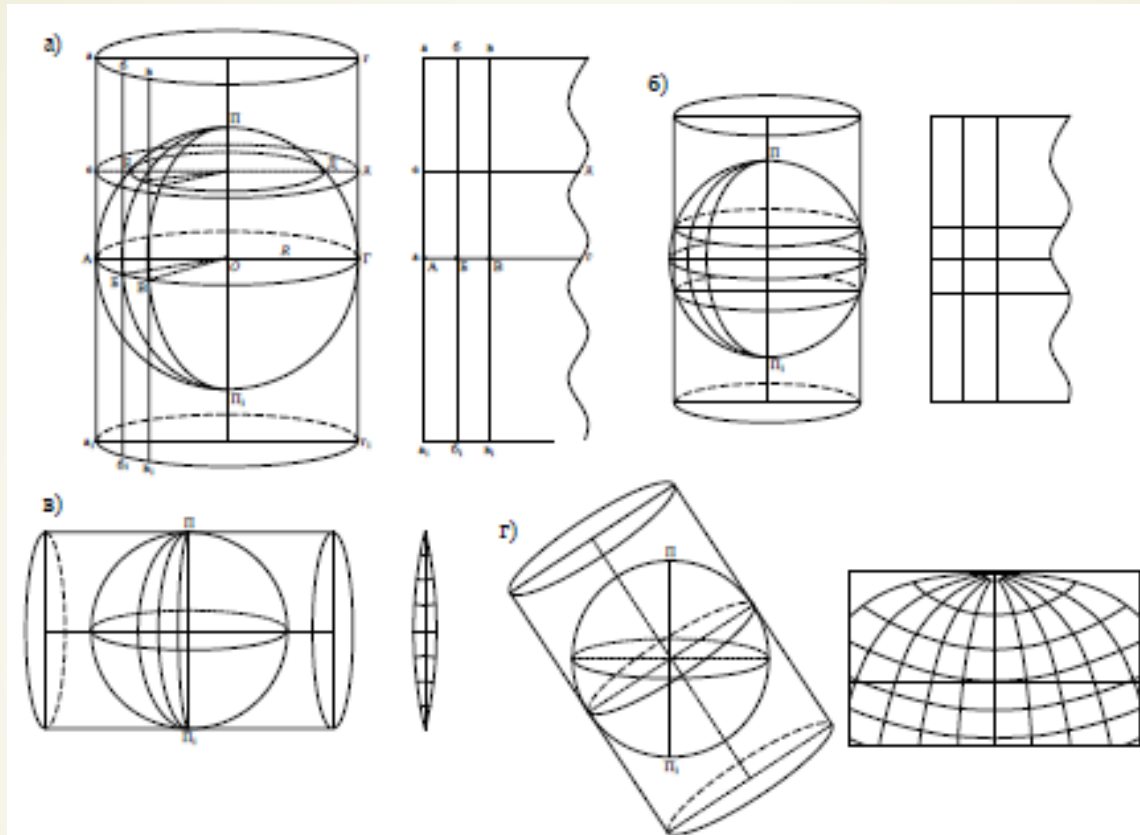
В зависимости от ориентировки цилиндра относительно оси земного эллипсоида различают проекции:

нормальные, когда ось цилиндра совпадает с малой осью земного эллипсоида; меридианы в этом случае представляют собой равноотстоящие параллельные прямые, а параллели – прямые, им перпендикулярные;

поперечные, когда ось цилиндра лежит в плоскости экватора; вид сетки: средний меридиан и экватор – взаимно перпендикулярные прямые, остальные меридианы и параллели – кривые линии;

косые, когда ось цилиндра составляет с осью эллипсоида острый угол; в косых цилиндрических проекциях меридианы и параллели – кривые линии.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

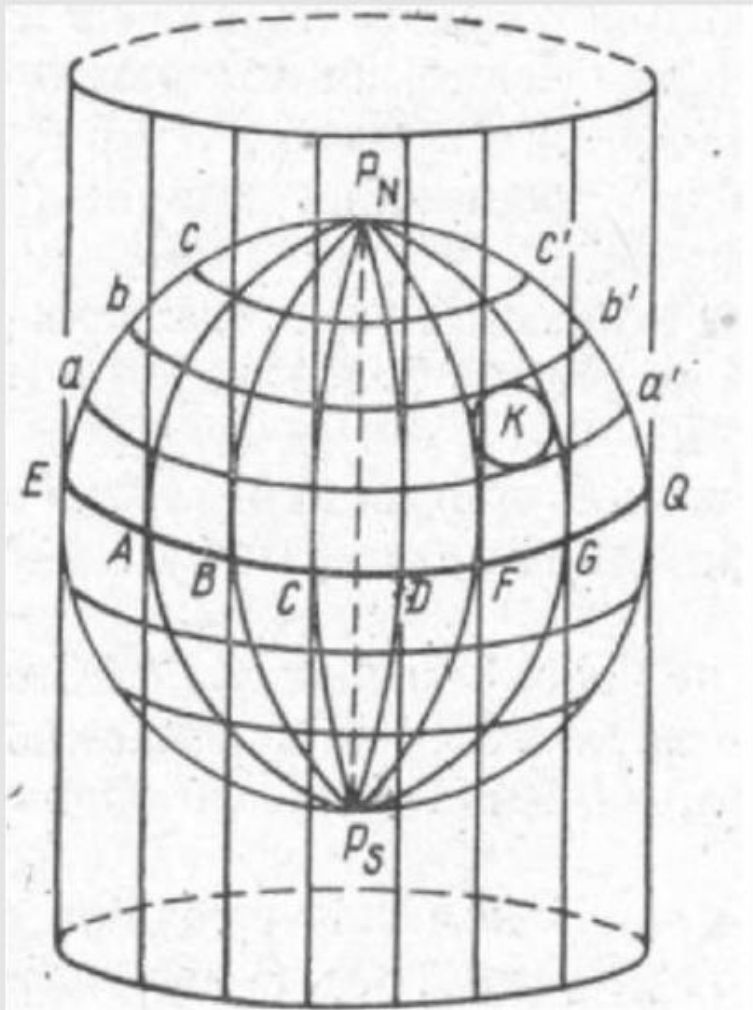


Построение картографических сеток в цилиндрических проекциях:

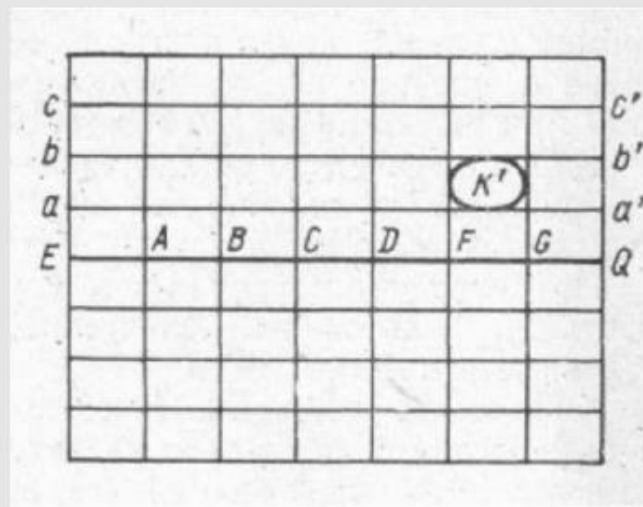
- а) нормальная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре;
- б) нормальная цилиндрическая проекция на секущем цилиндре;
- в) поперечная цилиндрическая проекция на касательном цилиндре;
- г) косая цилиндрическая проекция на касательном цилиндре.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Картографическую нормальную сетку получают путем



проектирования координатных линий планеты по какому-либо закону на боковую поверхность касательного или секущего цилиндра, ось которого совпадает с осью планеты, и последующей развертки по образующей на плоскость.



КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

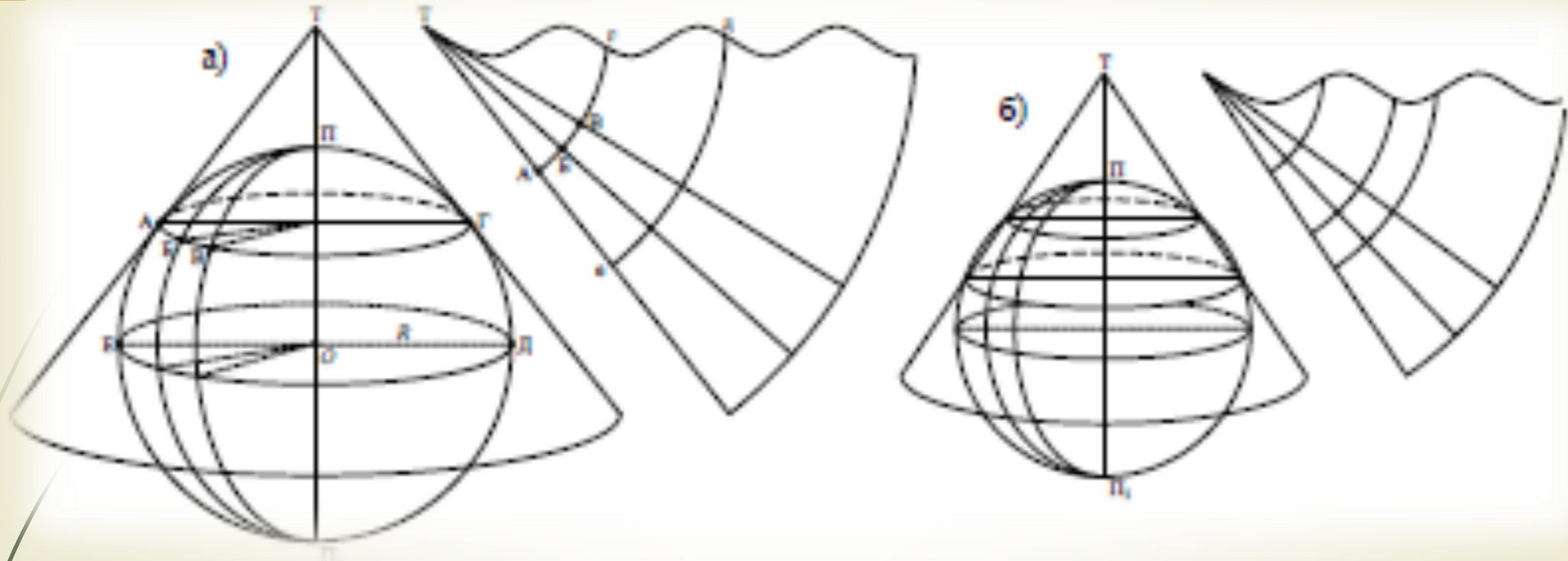
Коническими называются проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного (или секущего) конуса.

Искажения мало ощутимы вдоль линии касания или двух линий сечения конуса земного эллипсоида, которые являются линией (линиями) нулевых искажений.

Подобно цилиндрическим конические проекции делятся на:

- **нормальные**, когда ось конуса совпадает с малой осью земного эллипсоида; меридианы в этих проекциях представлены прямыми линиями, расходящимися из вершины конуса, а параллели – дугами концентрических окружностей;
- **поперечные**, когда ось конуса лежит в плоскости экватора; вид сетки: средний меридиан и параллель касания – взаимно перпендикулярные прямые, остальные меридианы и параллели – кривые линии;
- **косые**, когда ось конуса составляет с осью эллипсоида острый угол; в косых конических проекциях меридианы и параллели – кривые линии.

КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Построение картографических сеток в конических проекциях:

- а) нормальная коническая проекция на касательном конусе;
- б) нормальная коническая проекция на секущем конусе.

КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Самая простая коническая проекция проходит по касательной к глобусу вдоль линии широты. **Эта линия называется стандартной параллелью.**

Меридианы проецируются на коническую поверхность, сходясь на вершине или в точке конуса.

Параллели проецируются на коническую поверхность как кольца. Конус затем “рассекается” вдоль любого меридиана для создания конечной конической проекции, в которой имеются прямые сходящиеся меридианы и параллели, представленные концентрическими окружностями. **Меридиан, противоположный линии сечения, становится центральным меридианом.**

В целом, чем дальше от стандартной параллели, тем больше искажение. Соответственно, отсечение верхушки конуса создает более точную проекцию. Этого можно достичь, если не использовать полярную область при проецировании объектов. **Конические проекции используются для среднеширотных зон, имеющих ориентацию с востока на запад.**

КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Более сложные конические проекции соприкасаются с поверхностью глобуса в двух местах.

Эти проекции называются **секущими коническими проекциями** и определяются **двумя стандартными параллелями**. Можно также определить секущую проекцию с помощью одной стандартной параллели и коэффициента масштабирования.

Характер искажений при секущих проекциях различается для районов, расположенных между стандартными параллелями, и для районов, расположенных за их пределами. Как правило, секущая проекция дает меньшее суммарное искажение, чем касательная проекция. В еще более сложных конических проекциях ось конуса не совпадает с полярной осью глобуса. Такие проекции называются **косыми**.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

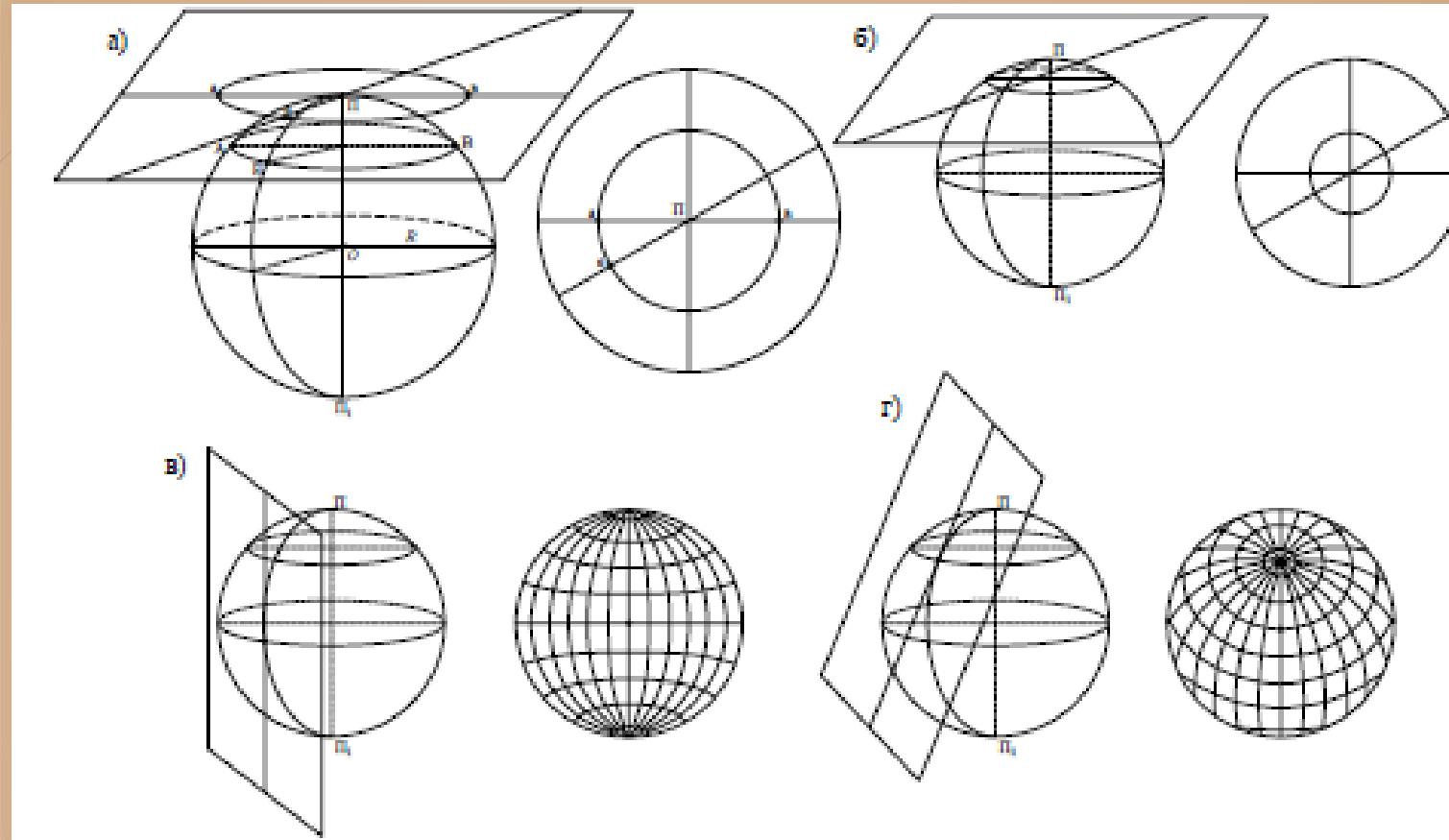
Азимутальными называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей переносится с поверхности эллипсоида на касательную (или секущую) плоскость.

Изображение около точки касания (или линии сечения) плоскости земного эллипсоида почти совсем не искажается. Точка касания (или линия сечения) является точкой (линией) нулевых искажений.

В зависимости от положения точки касания плоскости на поверхности земного эллипсоида среди азимутальных проекций различают:

- **нормальные**, или **полярные**, когда плоскость касается Земли в одном из полюсов; вид сетки: меридианы – прямые линии, радиально расходящиеся из полюса, параллели – концентрические окружности с центрами в полюсе;
- **поперечные**, или **экваториальные**, когда плоскость касается эллипсоида в одной из точек экватора; вид сетки: средний меридиан и экватор – взаимно перпендикулярные прямые, остальные меридианы и параллели – кривые линии (в некоторых случаях параллели изображаются прямыми линиями);
- **косые**, или **горизонтные**, когда плоскость касается эллипсоида в какой либо точке, лежащей между полюсом и экватором. В косых проекциях только средний меридиан, на котором расположена точка касания, представляет собой прямую, остальные меридианы и параллели – кривые линии.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ



Построение картографических сеток в азимутальных проекциях:

- а) нормальная (полярная) азимутальная проекция на касательной плоскости;
- б) нормальная азимутальная проекция на секущей плоскости;
- в) поперечная (экваториальная) азимутальная проекция на касательной плоскости;
- г) косая (горизонтная) азимутальная проекция на касательной плоскости.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Азимутальные проекции проецируют картографические данные на плоскую поверхность, касающуюся поверхности Земли. Азимутальная проекция известна также как проекция на плоскость или зенитная проекция.

Этот вид проекции обычно строится по касательной в одной точке, но может быть и секущим. Точкой касания может быть Северный полюс, Южный полюс, точка на экваторе или любая точка между ними. Эта точка определяет используемую ориентировку и является фокусом проекции. Фокус определяется центральной долготой и центральной широтой. **Ориентировка проекций может быть полярной (нормальной), экваториальной (поперечной) и косой.**

Полярные проекции представляют собой простейшую форму этого вида проекций. Параллели широты отходят от полюса как концентрические окружности, а меридианы представлены прямыми линиями, которые пересекаются на полюсе под своими истинными углами. При всех остальных ориентировках проекции на плоскость будут иметь углы координатной сетки 90° в своем центральном фокусе. Направления из фокуса являются точными.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Большие окружности, проходящие через фокус, представлены прямыми линиями, таким образом, кратчайшим расстоянием от центра до любой другой точки на карте является прямая линия.

В общем случае линии больших окружностей, проходящих через фокус, называются вертикалами. Линия, перпендикулярная меридиану - первый вертикал.

Концентрические окружности вокруг фокуса проекции - альмукантараты. Только в случае полярной проекции - это аналоги меридианов и параллелей. Модели искажения площадей и форм представляют собой круги вокруг фокуса. Поэтому азимутальные проекции лучше приспособлены для отображения округлых территорий, чем прямоугольных. **Проекция на плоскость используются чаще всего для картографирования полярных регионов.**

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

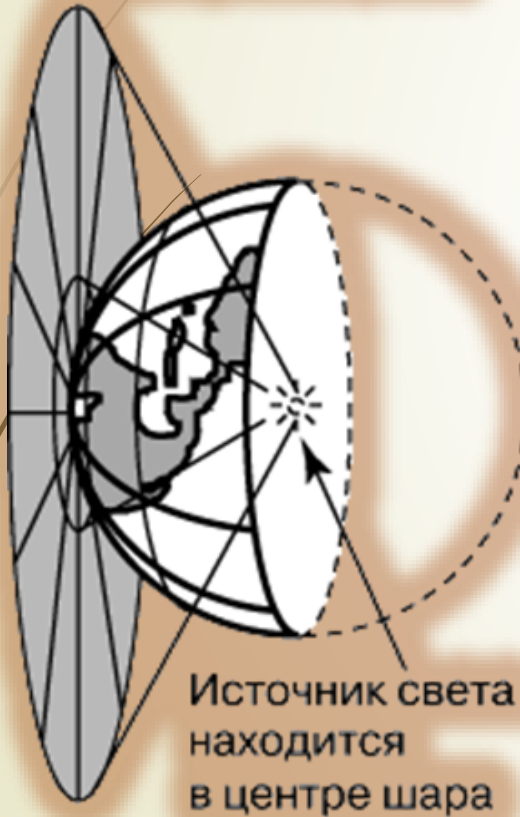
В некоторых азимутальных проекциях данные о поверхности рассматриваются со специфической точки в пространстве. Эта точка обзора определяет, как сферические данные будут спроецированы на плоскую поверхность. Перспектива, в которой рассматриваются все местоположения, в различных азимутальных проекциях различная. Точкой перспективы может быть центр Земли, точка на поверхности, прямо противоположная фокусу, или внешняя точка по отношению к глобусу, как будто ее рассматривают со спутника или с другой планеты.

Азимутальные проекции частично классифицируются по своему фокусу и, если это возможно, по точке перспективы. В **гномонической проекции** данные о поверхности рассматриваются от центра Земли, в то время как в **стереографической проекции** они рассматриваются от одного полюса к противоположному полюсу. В **ортографической проекции** Земля рассматривается с бесконечно удаленной точки, как будто бы из далекого космоса.

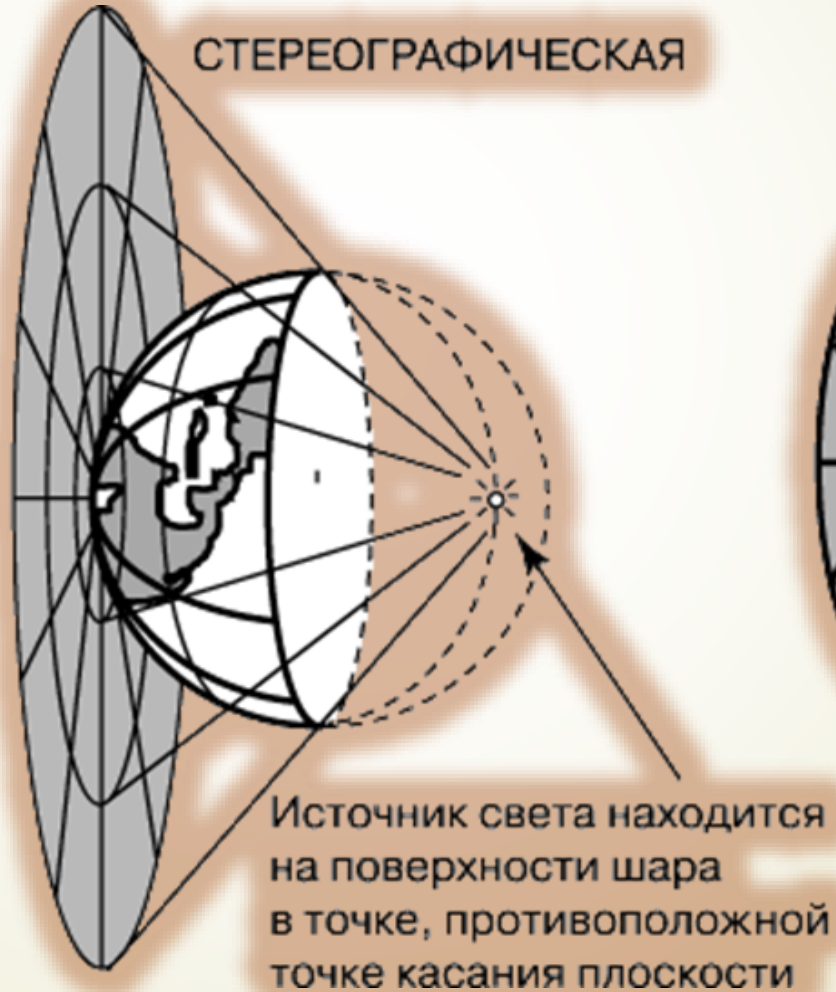
Различия в перспективе определяют степень искажения по направлению к экватору.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

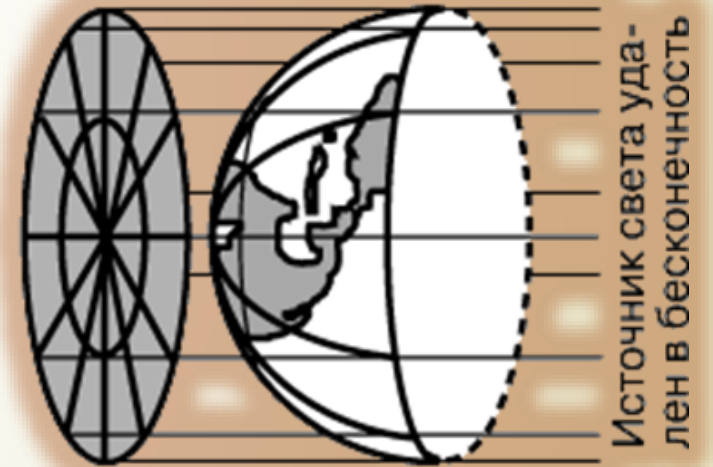
ГНОМОНИЧЕСКАЯ



СТЕРЕОГРАФИЧЕСКАЯ



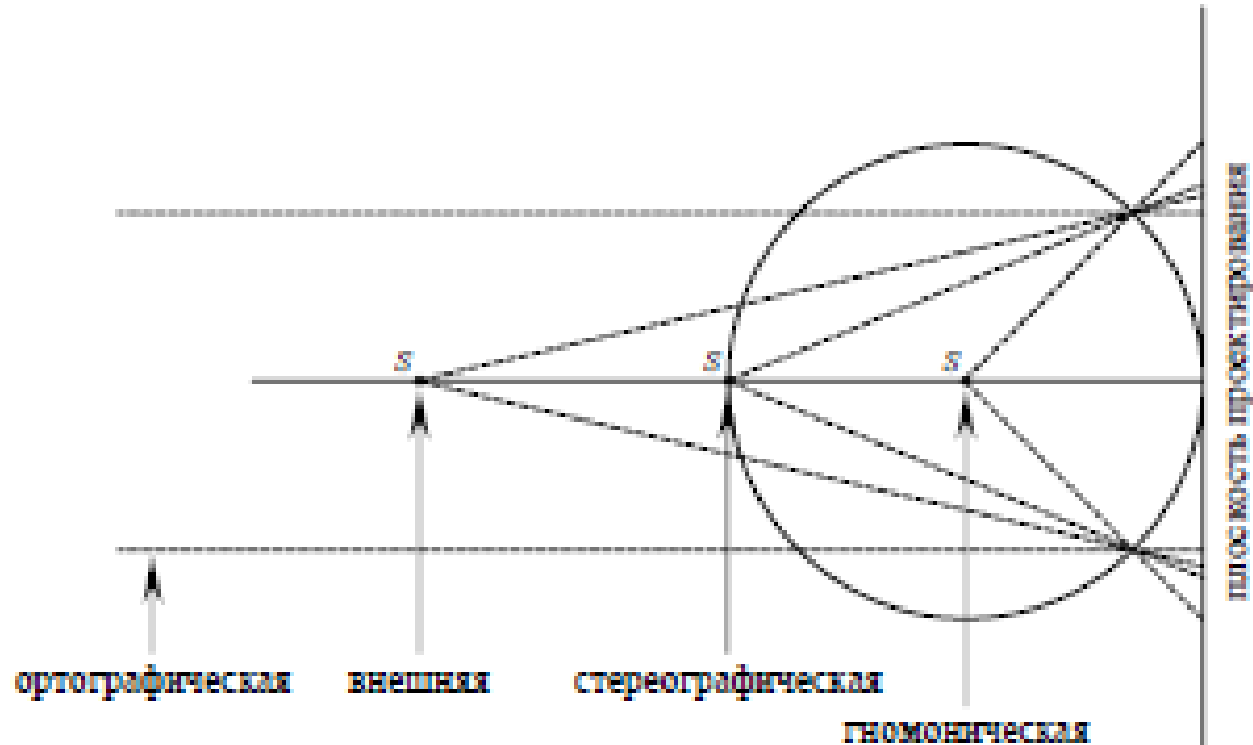
ОРТОГРАФИЧЕСКАЯ



КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

Классификация перспективных проекций в зависимости от положения точки проектирования

Положение точки проектирования относительно земного эллипсоида (сферы)	Величина D	Название перспективной проекции
В центре	$D = 0$	Гномоническая
На противоположном конце диаметра	$D = R$	Стереографическая
За пределами на продолжении диаметра	$R < D < \infty$	Внешняя
В бесконечности	$D = \infty$	Ортографическая



В нормальных цилиндрических, азимутальных и конических проекциях картографическая сетка ортогональна – меридианы и параллели пересекаются под прямыми углами, что является одним из важных диагностических признаков этих проекций.

Если при получении цилиндрических, азимутальных и конических проекций использовать геометрический метод (линейное проектирование вспомогательной поверхности на плоскость), то такие проекции называют перспективно-цилиндрическими, перспективно-азимутальными (обыкновенными перспективными) и перспективно-коническими соответственно.

В зависимости от положения точки проектирования (расстояния от точки зрения до центра земного шара D) выделяют несколько разновидностей перспективных проекций.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

Поликоническими называются проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковые поверхности нескольких конусов, каждый из которых разрезается по образующей и разворачивается в плоскость. В поликонических проекциях параллели изображаются дугами эксцентрических окружностей, центральный меридиан представляет собой прямую, все остальные меридианы – кривые линии, симметричные относительно центрального.

Условными называются проекции, при построении которых не прибегают к использованию вспомогательных геометрических поверхностей. Сеть меридианов и параллелей строят по какому-нибудь заранее заданному условию. Среди условных проекций можно выделить **псевдоцилиндрические, псевдоазимутальные и псевдоконические проекции, сохраняющие от исходных цилиндрических, азимутальных и конических проекций вид параллелей**. В этих проекциях средний меридиан – прямая линия, остальные меридианы – кривые линии.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

К условным проекциям относятся также **многогранные проекции, которые получают путем проектирования на поверхность многогранника, касательного или секущего земной эллипсоид.** Каждая грань представляет собой равнобочную трапецию (реже – шестиугольники, квадраты, ромбы).

Разновидностью многогранных проекций являются **многополосные проекции, причем полосы могут нарезаться и по меридианам, и по параллелям.** Такие проекции выгодны тем, что искажения в пределах каждой грани или полосы совсем невелики, поэтому их всегда используют для многолистных карт. Основное неудобство многогранных проекций состоит в невозможности совмещения блока листов карт по общим рамкам без разрывов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

Условные проекции — проекции, для которых нельзя подобрать простых геометрических аналогов. Их строят, исходя из каких-либо заданных условий, например желательного вида географической сетки, того или иного распределения искажений на карте, заданного вида сетки и др. В частности, к условным принадлежат псевдоцилиндрические, псевдоконические, псевдоазимутальные и другие проекции, полученные путем преобразования одной или нескольких исходных проекций.

Псевдоцилиндрические проекции — проекции, в которых параллели — прямые (как и в нормальных цилиндрических проекциях), средний меридиан — перпендикулярная им прямая, а остальные меридианы — кривые, увеличивающие кривизну по мере удаления от среднего меридиана. Чаще всего эти проекции применяют для карт мира и Тихого океана.

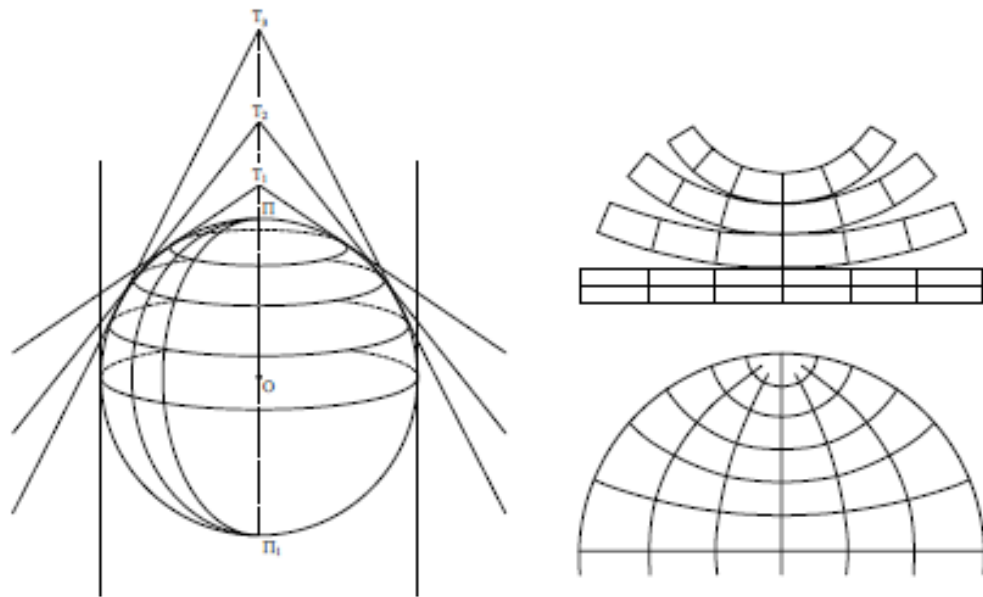
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

Псевдоконические проекции — такие, в которых все параллели изображаются дугами концентрических окружностей (как в нормальных конических), средний меридиан — прямая линия, а остальные меридианы — кривые, причем кривизна их возрастает с удалением от среднего меридиана. Применяются для карт России, Евразии, других материков.

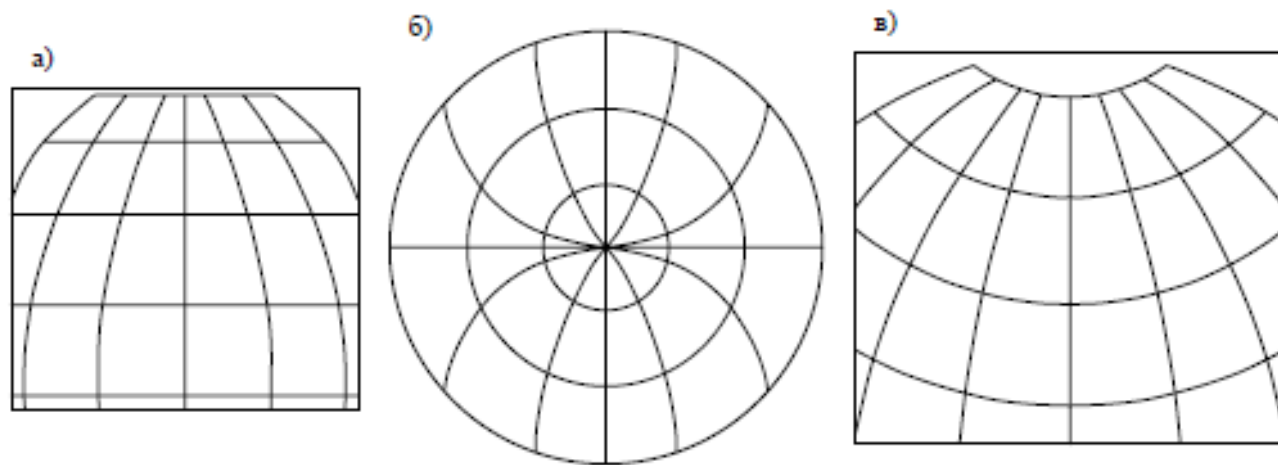
Поликонические проекции — проекции, получаемые как бы в результате проектирования шара (эллипсоида) на множество конусов. В нормальных поликонических проекциях параллели представлены дугами эксцентрических окружностей, а меридианы — кривые, симметричные относительно прямого среднего меридиана. Чаще всего эти проекции применяются для карт мира.

Псевдоазимутальные проекции — видоизмененные азимутальные проекции. В полярных псевдоазимутальных проекциях параллели представляют собой концентрические окружности, а меридианы — кривые линии, симметричные относительно одного или двух прямых меридианов. Поперечные и косые псевдоазимутальные проекции имеют общую овальную форму и обычно применяются для карт Атлантического океана или Атлантического океана вместе с Северным Ледовитым.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ



Построение картографических сеток в поликонических проекциях



Вид сетки меридианов и параллелей в псевдоцилиндрических (а), псевдоазимутальных (б) и псевдоконических (в) проекциях

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

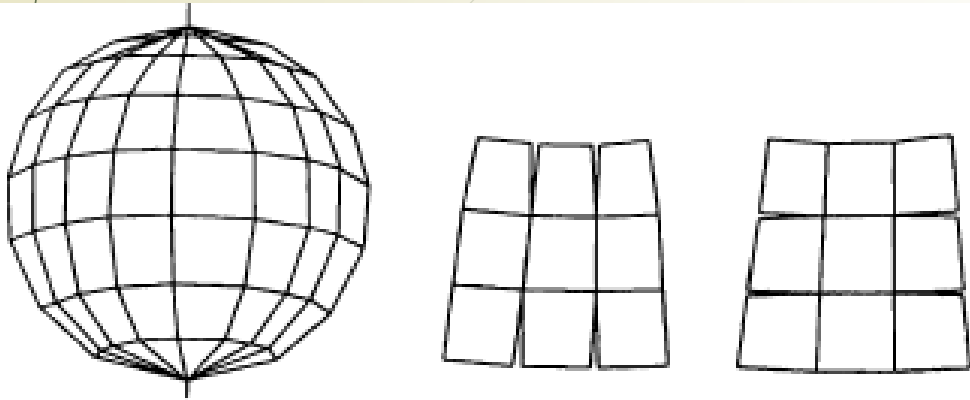


Схема многогранной проекции
и расположение листов карт

Многогранные проекции — проекции, получаемые путем проектирования на поверхность многогранника, касательного или секущего шар (эллипсоид). Чаще всего каждая грань представляет собой равнобочную трапецию, хотя возможны и иные варианты (например, шестиугольники, квадраты, ромбы). Разновидностью многогранных являются многополосные проекции, причем полосы могут «нарезаться» и по меридианам, и по параллелям.

Такие проекции выгодны тем, что искажения в пределах каждой грани или полосы совсем невелики, поэтому их всегда используют для многолистных карт. Топографические и обзорно-топографические карты также создают исключительно в многогранной проекции, и рамка каждого листа представляет собой трапецию, составленную линиями меридианов и параллелей. За это приходится расплачиваться — блок листов карт нельзя совместить по общим рамкам без разрывов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

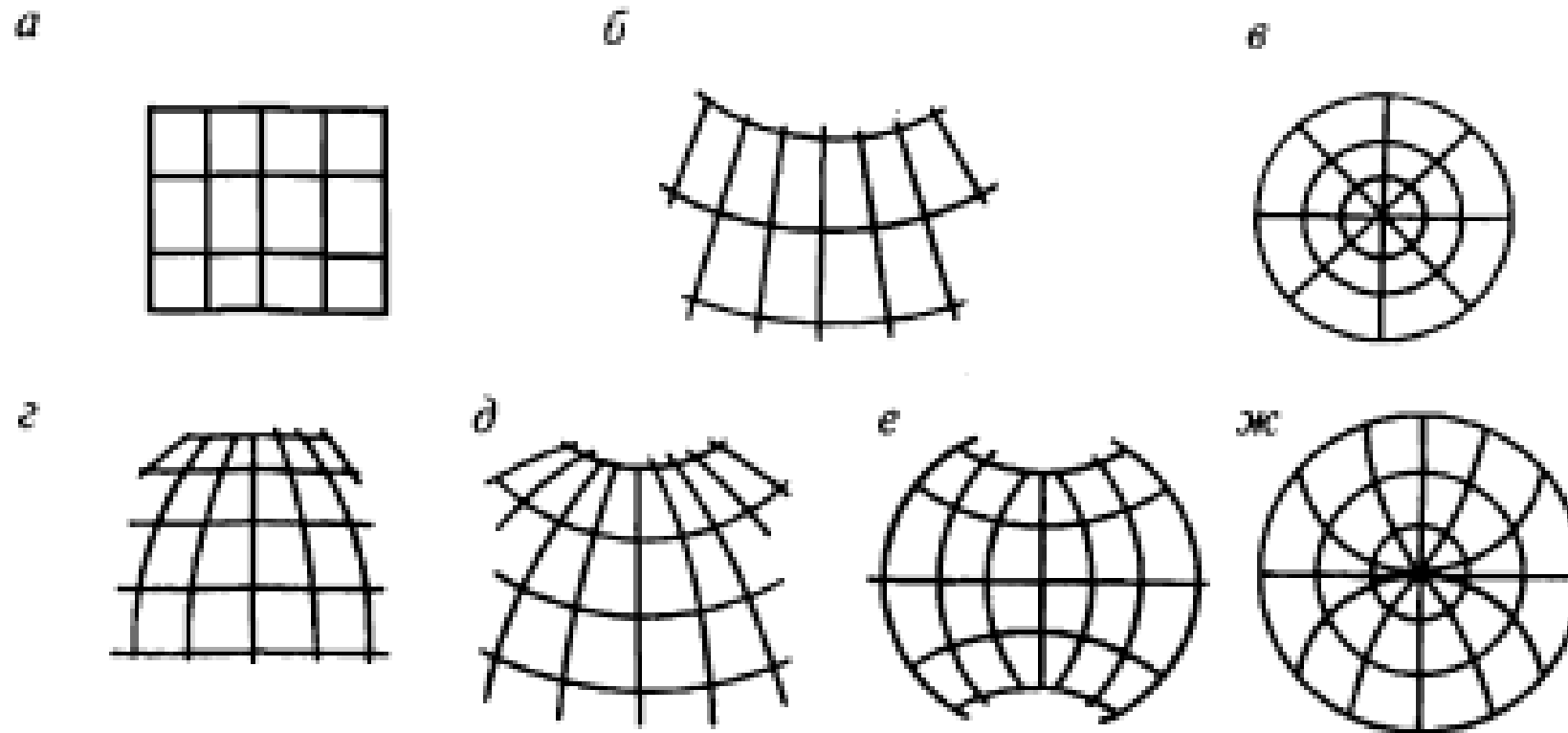


Рис. 4.9. Вид сетки меридианов и параллелей в разных картографических проекциях:

а — цилиндрическая; *б* — коническая; *в* — азимутальная; *г* — псевдоцилиндрическая; *д* — псевдоконическая; *е* — поликоническая, *ж* — псевдоазимутальная.

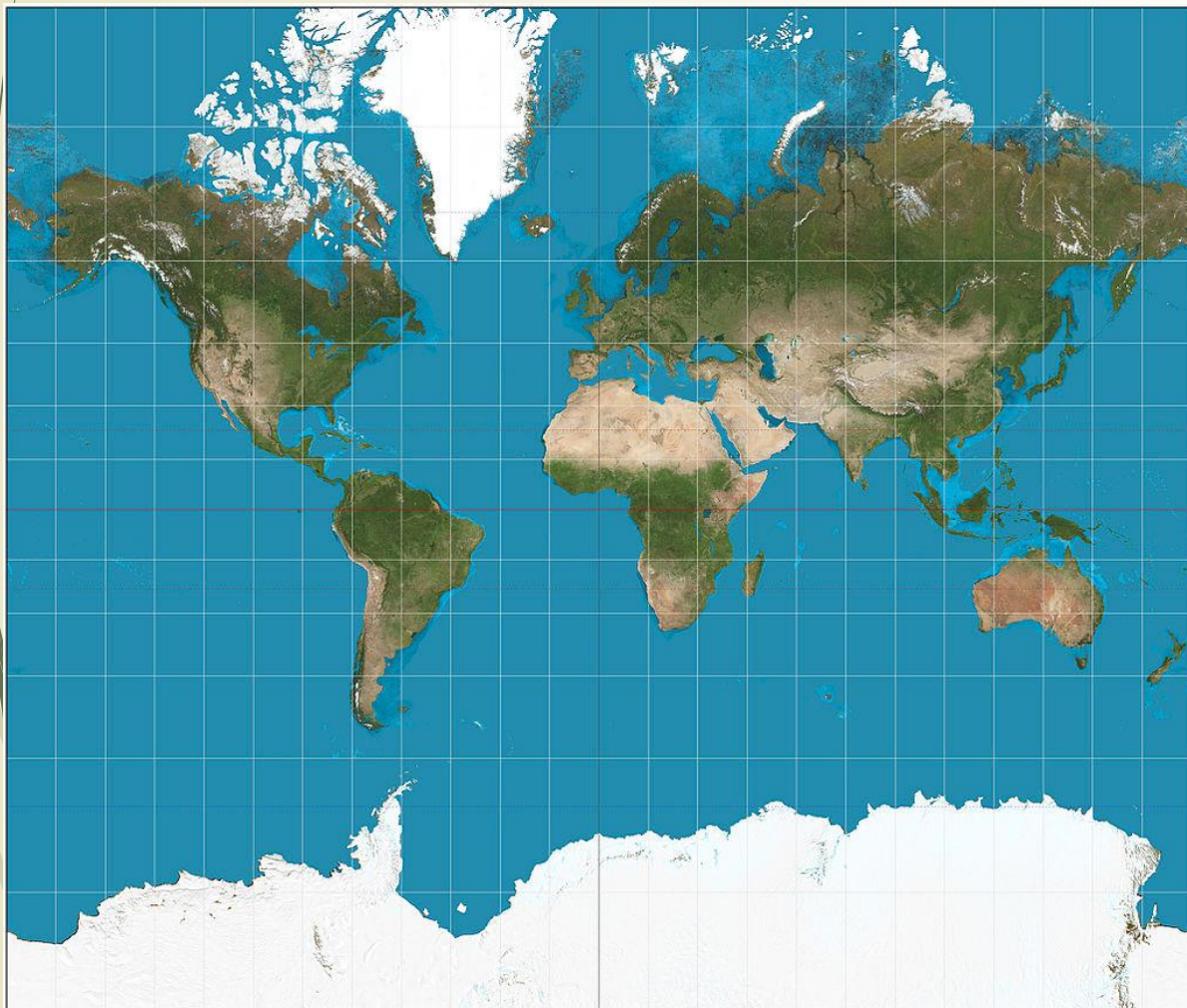
КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЕКЦИЙ

	Параллели изображаются линиями постоянной кривизны				Параллели изображаются линиями переменной кривизны
	Параллели – прямые	Параллели – дуги концентрических окружностей	Параллели – концентрические окружности	Параллели – эксцентрические окружности	Параллели – кривые
Меридианы – прямые	Цилиндрические проекции	Азимутальные проекции	Конические проекции	Условные проекции	Условные проекции
Меридианы – кривые	Псевдоцилиндрические проекции	Псевдоазимутальные проекции	Псевдоконические проекции	Поликонические проекции	Условные проекции



ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Проекция Меркатора

Создатель - Герард Меркатор (1512 -1594 гг.), фламандский картограф и географ.

Дата создания – 1569 г.

Характеристика: сохраняет углы - равноугольная, не может отображать полюса.

Проекция Меркатора

Равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора - одна из основных картографических проекций.

«Равноугольная» в названии проекции подчёркивает то, что проекция сохраняет углы между направлениями.

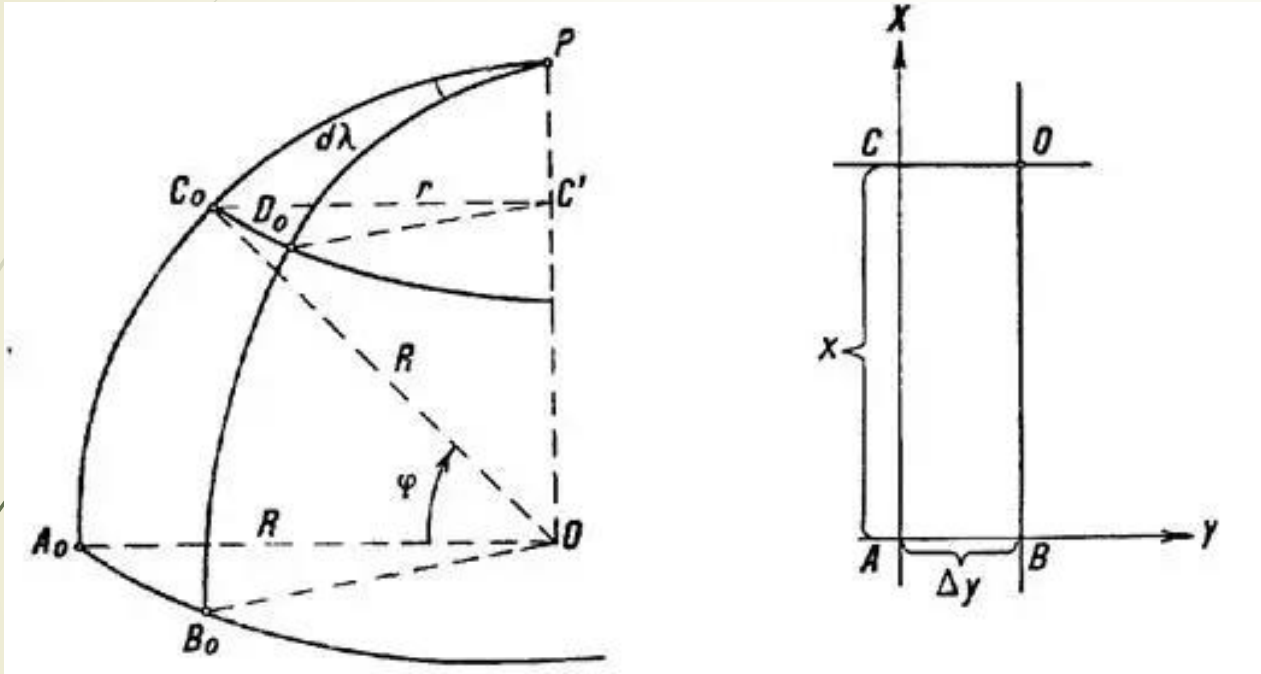
Меридианы в проекции Меркатора представляются параллельными равноотстоящими линиями.

Параллели в проекции Меркатора представляют собой параллельные линии, расстояние между которыми вблизи экватора равно расстоянию между меридианами и быстро увеличивается при приближении к полюсам.

Сами полюсы не могут быть изображены на проекции Меркатора (это обусловлено особенностями функции, отображающей координаты на сфере на координаты на плоскости), поэтому обычно **карту в проекции Меркатора ограничивают областями до 80-85° северной и южной широты.**

Масштаб на карте в этой проекции не является постоянным, он увеличивается от экватора к полюсам (как обратный косинус широты), однако **масштабы по вертикали и по горизонтали всегда равны, чем, собственно, и достигается равноугольность проекции.** На картах в данной проекции всегда указывается, к какой параллели относится основной масштаб карты.

Проекция Меркатора

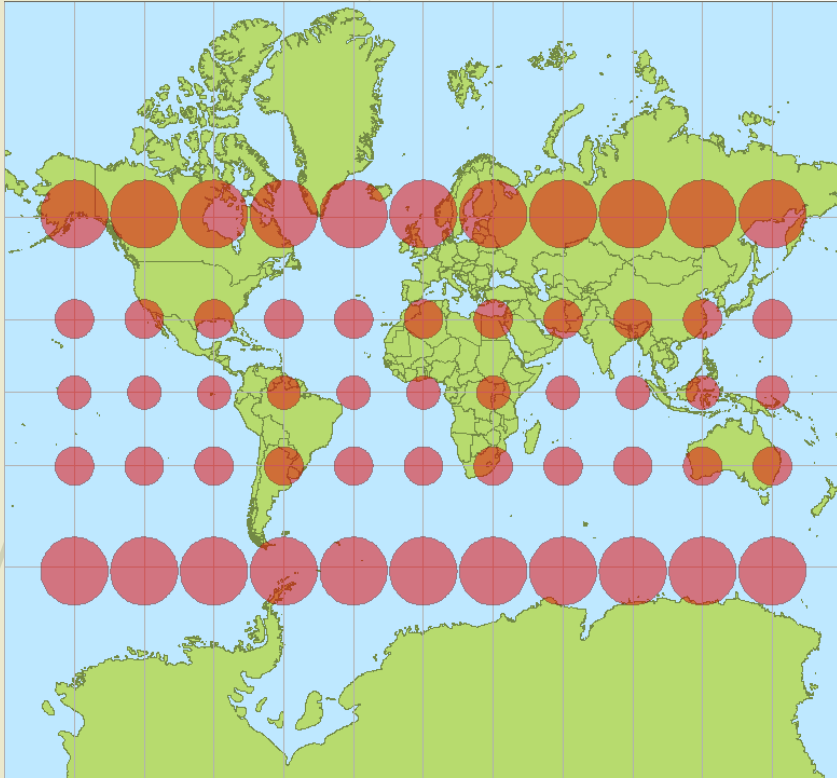


Два меридиана и две параллели на глобусе и на карте в цилиндрической проекции Меркатора

CA и DB - соответствующие меридианы на карте в квадратной проекции.

C_0D_0 - бесконечно малый отрезок произвольной параллели с широтой φ и радиусом r .

Проекция Меркатора

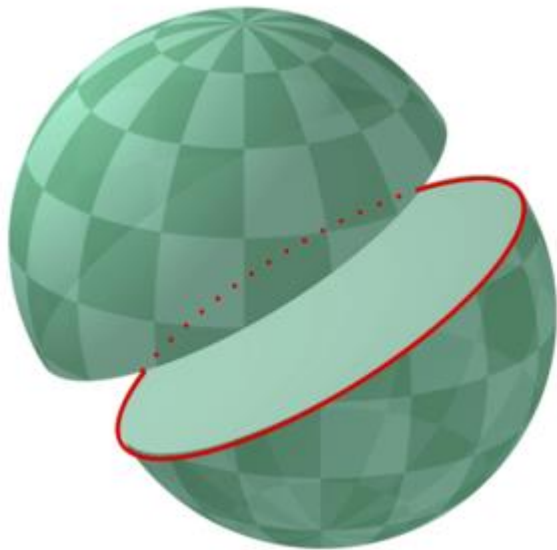
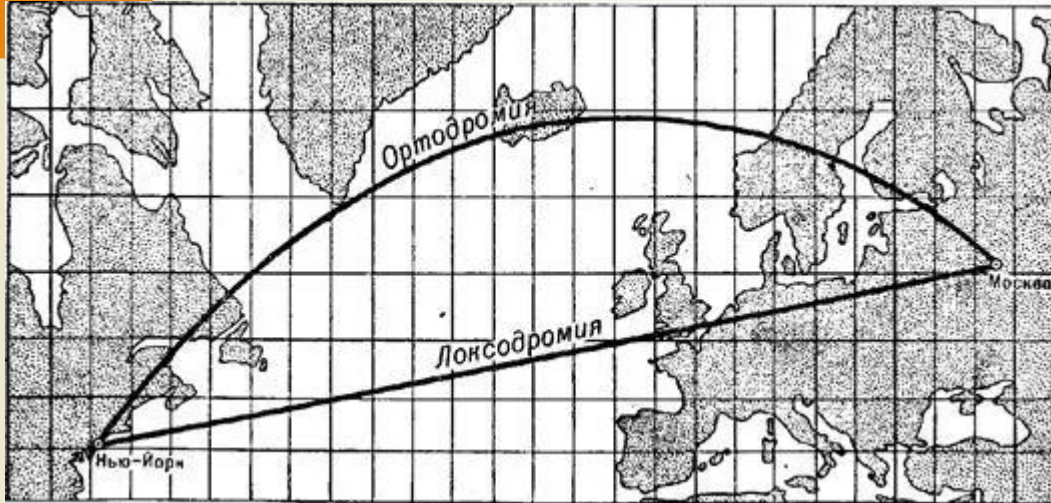


Поскольку проекция Меркатора имеет различный масштаб на разных участках, эта проекция не сохраняет площади.

Если основным масштаб относится к экватору, то наибольшие искажения размеров объектов будут у полюсов. Это хорошо заметно на картах в этой проекции: на них Гренландия кажется в 2-3 раза больше Австралии и сравнима по размерам с Южной Америкой. В реальности Гренландия втрое меньше Австралии и в 8 раз меньше Южной Америки.

Проекция Меркатора оказалась весьма удобной для нужд мореходства, особенно в старые времена. Объясняется это тем, что траектория движения корабля, идущего под одним и тем же румбом к меридиану (т.е. с неизменным положением стрелки компаса относительно шкалы) изображается прямой линией на карте в проекции Меркатора.

Ортодромия и локсодромия



Ортодрома делит сферу на две полусферы

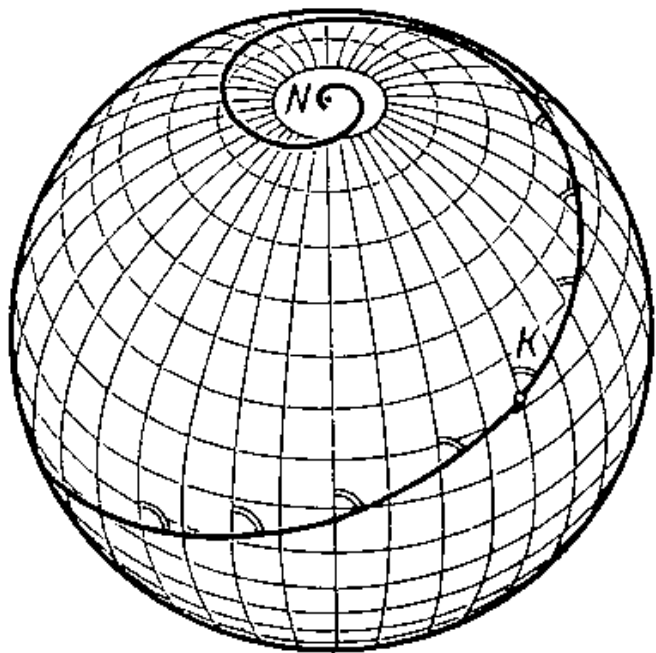
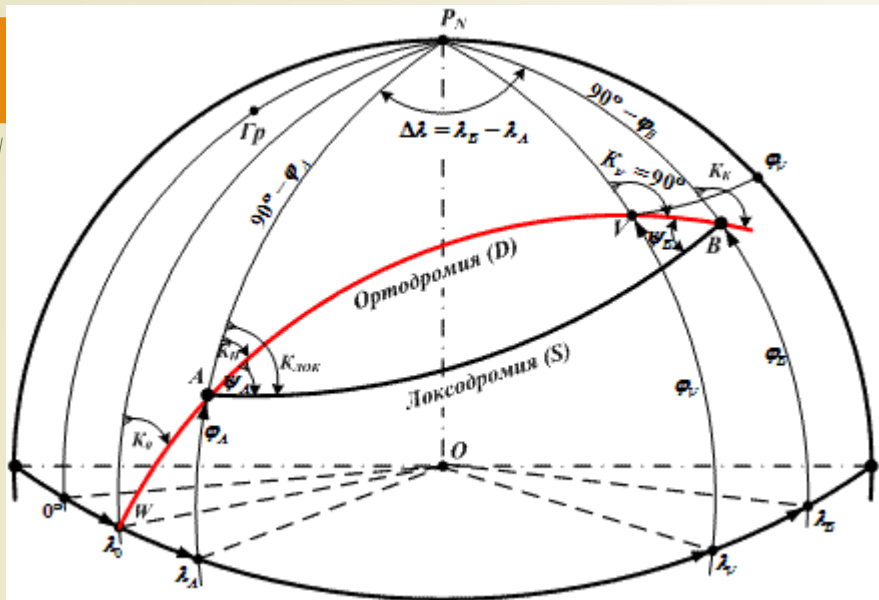
Ортодрóмия, ортодрóма (из др.-греч. ὀρθός «прямой» + δρόμος «бег, путь») - кратчайшая линия между двумя точками на поверхности вращения, частный случай геодезической линии.

В картографии и навигации ортодромия - название кратчайшего расстояния между двумя точками на поверхности Земли.

В судо- и самолётовождении, где Земля принимается за шар, ортодромия представляет собой дугу большого круга. Через две точки на земной поверхности, расположенные не на противоположных концах одного диаметра Земли, можно провести только одну ортодромию.

Экватор и меридианы являются частными случаями ортодромии. Параллели (за исключением экватора) не являются ортодромиями. В отличие от локсодромии, ортодромия может пересекать меридианы под разными углами.

Ортодромия и локсодромия



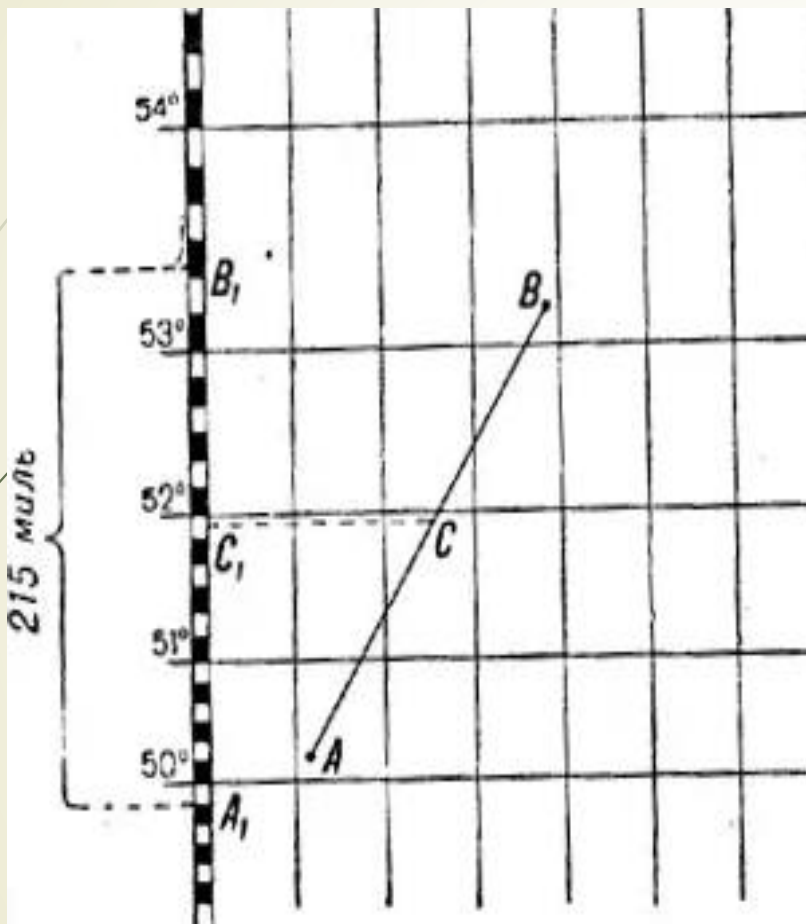
Локсодромией, или кривой равных путевых углов, называется линия, пересекающая меридианы под одинаковыми углами.

На поверхности земного шара локсодромия имеет вид пространственной спирали, с каждым оборотом вокруг земного шара асимптотически приближающейся к полюсу.

Кроме частных случаев, когда локсодромия и ортодромия совпадают (полет по меридиану или экватору), локсодромия длиннее ортодромии и обращена выпуклостью всегда к экватору.

Локсодромия на сфере, пересекающая все меридианы под углом $K = 70^\circ$.

Проекция Меркатора



Если по карте требуется определить в морских милях расстояние АВ, то, сняв раствором циркуля отрезок АВ, прикладывают циркуль к ближайшей боковой стороне рамки карты так, чтобы середина отрезка - точка С - оказалась на средней широте точек А1 и В1 (в точке С1). Количество меридианных минут, подсчитанное в пределах этого отрезка, и будет выражать расстояние АВ в морских милях (отрезок А В = 215 миль).

Определение расстояния АВ в милях по карте в проекции Меркатора

Поперечная проекция Меркатора или проекция Гаусса-Крюгера

- Аналогична проекции Меркатора за исключением того, что цилиндр вытянут не вдоль меридиана, а вдоль экватора. Результатом является равноугольная проекция, которая не сохраняет правильные направления. Центральный меридиан размещается в центре области интереса. По центральному меридиану искажения всех свойств объектов региона – минимальные. Эта проекция наилучшим образом подходит для регионов, вытянутых в направлении север-юг.
- Поперечная цилиндрическая проекция с центральным меридианом, расположенным в конкретном регионе. В системе координат Гаусса-Крюгера поверхность Земли разделена на 60 зон шириной шесть градусов, и центральный меридиан первой зоны – 177° ЗД.
- Проецирование осуществляется в каждой зоне отдельно на цилиндр, ось которого поворачивается в плоскости экватора на 6 градусов от зоны к зоне. Коэффициент масштаба равен 1,000.
- В некоторых странах к 500 000-метровому сдвигу по Y прибавляется число, которое равно номеру зоны. Зона 5 системы координат Гаусса-Крюгера может иметь значения сдвига по оси X - 500 000 метров или 5 500 000 метров.
- Линии контакта -любой меридиан для касательной проекции. Для секущей проекции, две параллельные линии, равноудаленные от центрального меридиана.

Поперечная проекция Меркатора или проекция Гауса-Крюгера

- Линейные элементы картографической сетки - экватор и центральный меридиан зоны.
- Равноугольная. Сохраняются малые формы. Искажение больших форм постепенно увеличиваются по мере удаления от центрального меридиана.
- Искажение возрастает по мере удаления от центрального меридиана. Локальные углы точны везде.
- Точный масштаб вдоль центрального меридиана, если масштабный коэффициент равен 1,0. Если он меньше 1,0, то точный масштаб сохраняется на прямых линиях, расположенных на равных расстояниях по обе стороны от центрального меридиана.
- Объекты сфероида или эллипсоида не могут быть спроецированы за пределы 90° от центрального меридиана. В действительности, пространство на сфероиде должно быть ограничено $12-15^\circ$ по обе стороны от центрального меридиана. За пределами этого диапазона данные, спроецированные в проекцию Гаусса-Крюгера, при обратном проецировании могут оказаться смещенными. Для данных на сфере этих ограничений не существует.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



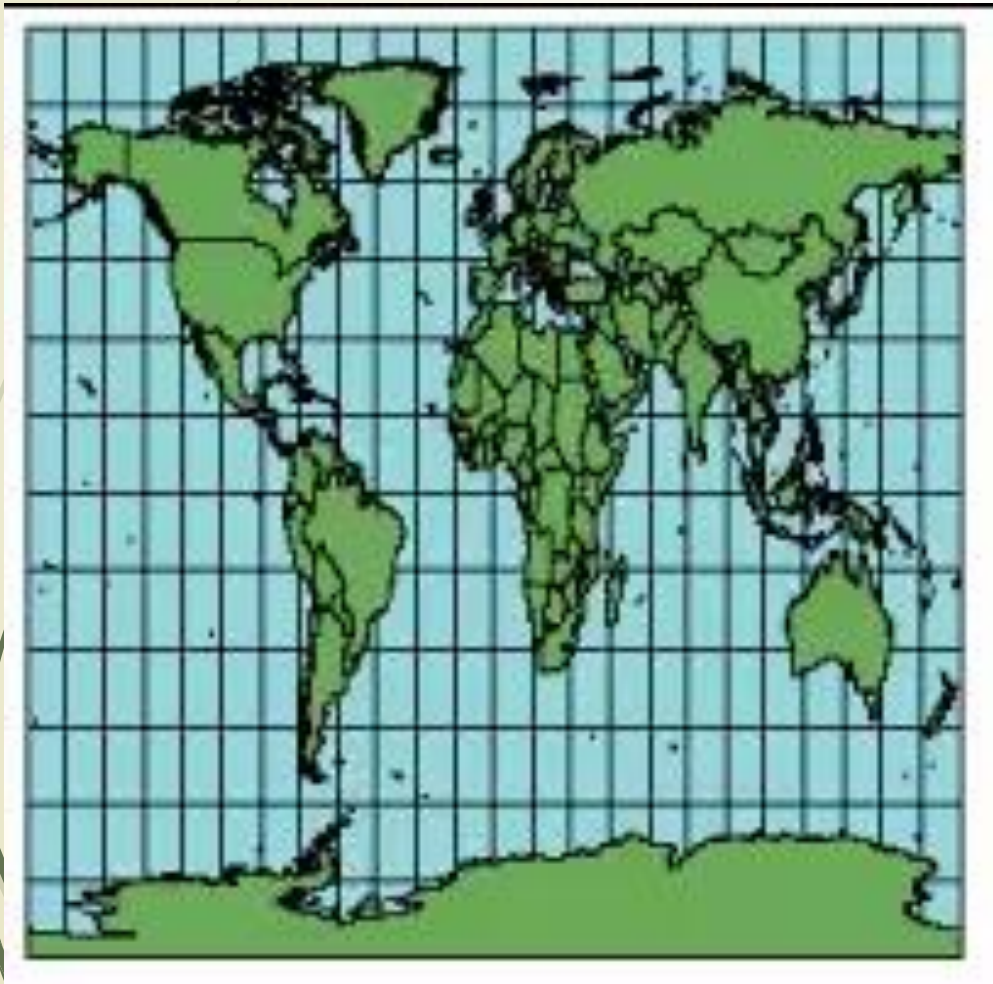
Поперечная проекция Меркатора или проекция Гауса-Крюгера

• **Области использования:**

- В Государственной системе плановых координат США используется для штатов, вытянутых преимущественно в направлении север-юг.
- 7,5-минутные листы карт Геологической службы США. Для большинства из новых карт Геологической службы США после 1957 года используется эта проекция, которая заменила поликоническую проекцию.
- Северная Америка (Геологическая служба США, коэффициент масштаба на центральном меридиане - 0,926).
- Топографические карты Государственной топографической службы Великобритании после 1920 года.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Термин «цилиндрическая проекция» используется по отношению к любой проекции, для которой меридианы проецируются в равноотстоящие вертикальные линии, а параллели - в горизонтальные линии.



Равнопромежуточная проекция

Создатель - Марин Тирский - древнегреческий географ, картограф и математик, считается основателем математической картографии.

Дата создания - ок. 120 г. н. э.

Характеристика: простая геометрия; сохраняет расстояния вдоль экватора и всех меридианов.

РАВНОПРОМЕЖУТОЧНАЯ ПРОЕКЦИЯ

Равнопромежуточная проекция - картографическая проекция, обладающая свойством сохранения масштаба вдоль определенных линий.

Математическое определение:

- координаты x , y точки с широтой φ и долготой λ для проекции с фиксированной базисной точкой в (φ_0, λ_0) определяют следующие уравнения:
- $x = (\lambda - \lambda_0)$
- $y = (\varphi - \varphi_0)$

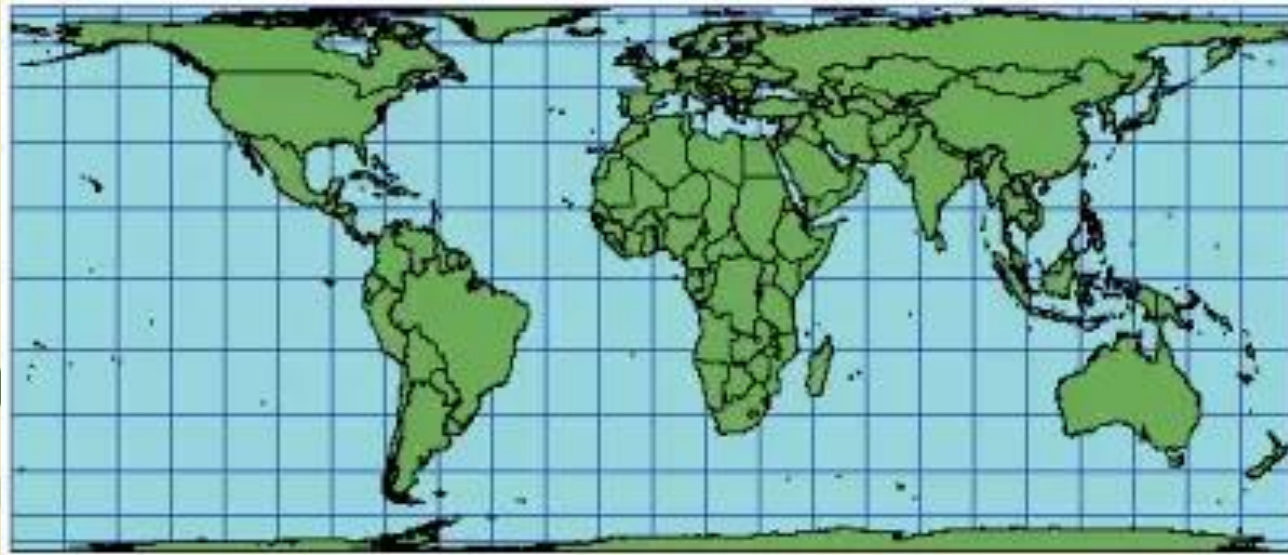
При этой проекции искажаются как углы, так и площадь и сохраняется неизменным масштаб длин по одному из главных направлений - $a = \text{const}$ или $b = \text{const}$.

Проекция **применяется в современных геоинформационных системах**, потому что географические координаты можно прямо заносить в карту. На сегодняшний день эквидистанционная цилиндрическая проекция является де-факто стандартом в компьютерных приложениях.

Лучше всего подходит для создания карт городов или других небольших областей в достаточно крупных масштабах, что позволяет уменьшить очевидное искажение.

Используется для простых представлений мира в целом или отдельных регионов с минимумом географических данных, например, при создании справочных карт. Такую проекцию очень удобно использовать для индексных карт.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Равновеликая цилиндрическая проекция Берманна

- Стандартные параллели – 30° СШ и 30° ЮШ. Все меридианы и параллели – прямые линии.
- Минимальные искажения формы в районе стандартных параллелей. Форма искажается в направлении север-юг между стандартными параллелями и в направлении восток-запад выше параллели 30° СШ и ниже параллели 30° ЮШ.
- Площадь сохраняется, направления в основном искажаются.
- Расстояния в основном искажаются за исключением расстояний вдоль экватора.
- Используется только для карт мира.

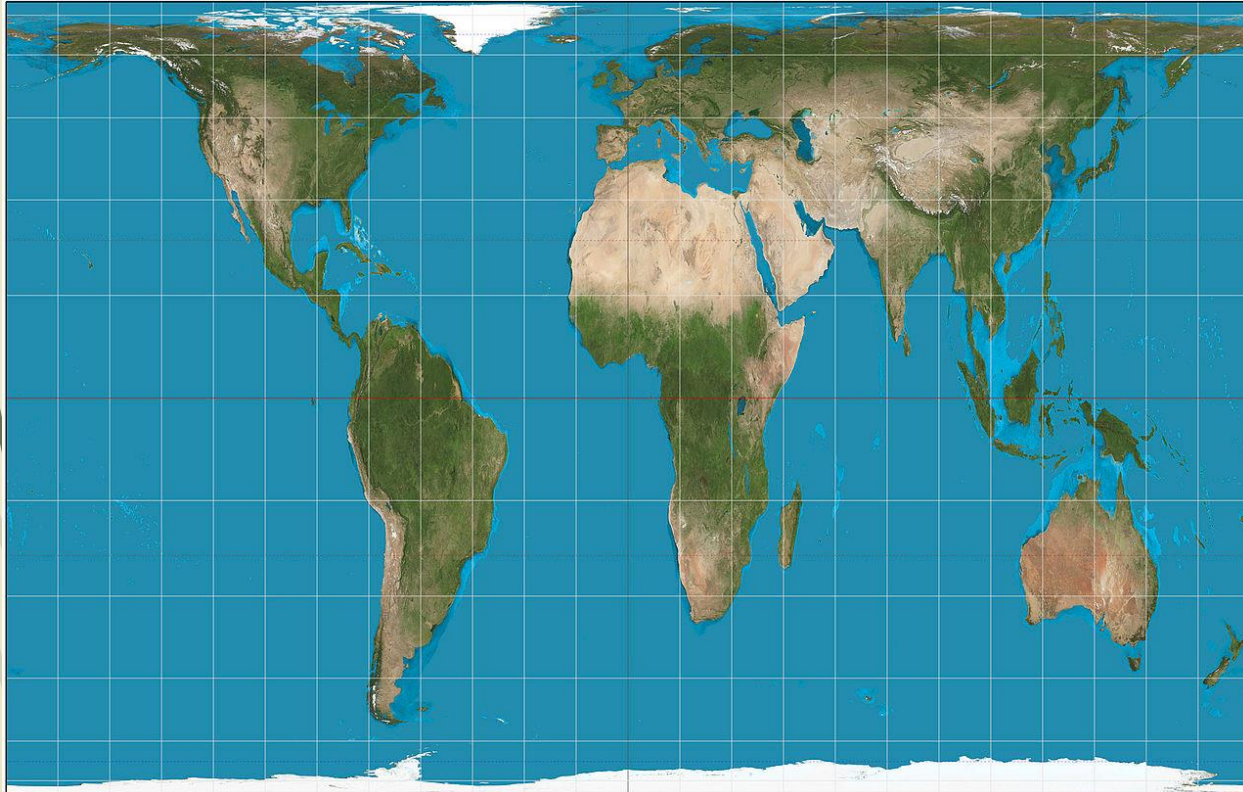
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Проекция Кассини-Зольднера

- Земной шар умозрительно проецируется на поперечный цилиндр так, что касательная проходит вдоль центрального меридиана.
- Линейные элементы картографической сетки - экватор, центральный меридиан и каждый меридиан, расположенный на удалении 90° от центрального меридиана.
- Отсутствует искажение вдоль центрального меридиана. Искажение возрастает по мере удаления от центрального меридиана.
- Направление искажено.
- Искажение масштаба возрастает по мере удаления от центрального меридиана, однако масштаб точен вдоль центрального меридиана и всех линий, перпендикулярных центральному меридиану.
- Должна использоваться преимущественно для крупномасштабного картографирования областей, расположенных вблизи центрального меридиана. Область отображения на сфероиде ограничена пятью градусами с каждой стороны от центрального меридиана. За пределами этого диапазона объекты, проецируемые в этой проекции, могут не спроецироваться в ту же самую позицию. Обычно используется для крупномасштабного картографирования областей, вытянутых в направлении с севера на юг.
- Используется на Кипре, в бывшей Чехословакии, Дании, Малайзии и в Германии.

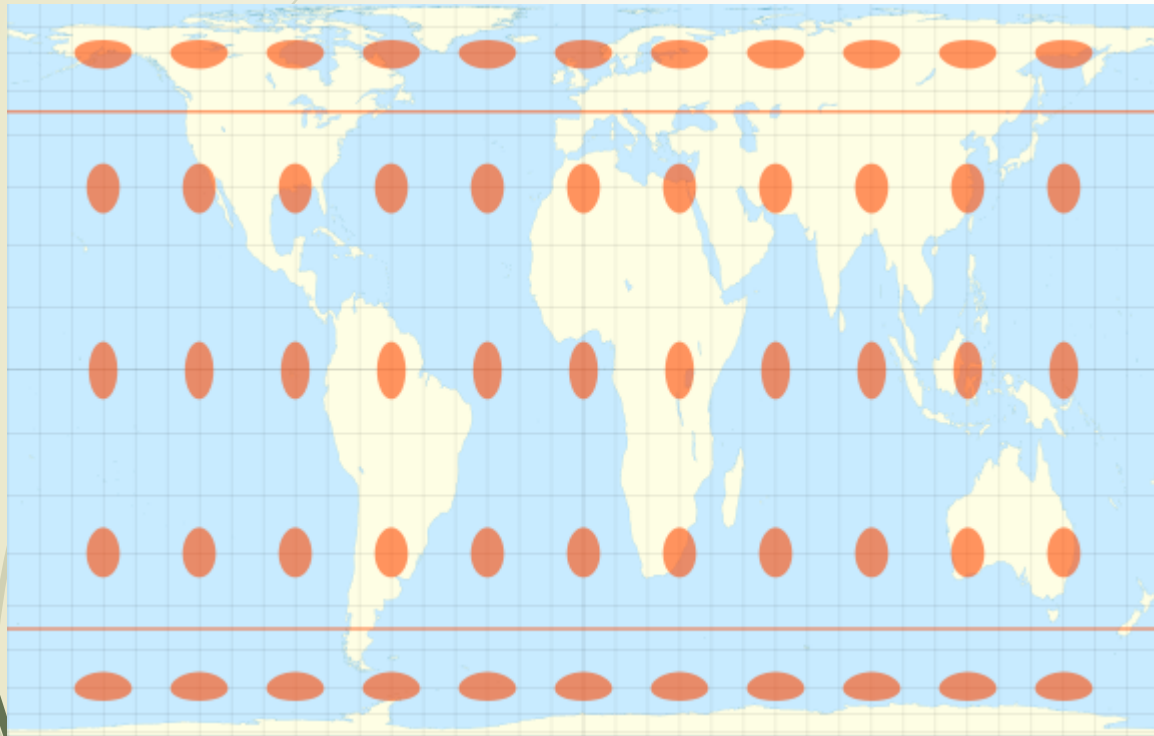
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Проекция Галла-Петерса

- Создатели - Джеймс Галл (1808–1895) - шотландский священник и Арно Петерс - немецкий исследователь и мыслитель, географ, историк, экономист и гуманист.
- Дата создания – 1855 г.
- Характеристика: равновеликая.

ПРОЕКЦИЯ ГАЛЛА-ПЕТЕРСА



Проекция Галла-Петерса с индикатриссой Тиссо́

Одна из разновидностей равноплощадных проекций карты, известная как цилиндрическая равноплощадная или цилиндрическая проекция равных площадей.

Она достигла значительной известности в конце 20-го века в качестве центрального объекта спора о политических последствиях дизайна карты.

Карты на основе проекции Галла-Петерса используются ЮНЕСКО, также они широко используются британскими школами.

ПРОЕКЦИЯ ГАЛЛА-ПЕТЕРСА

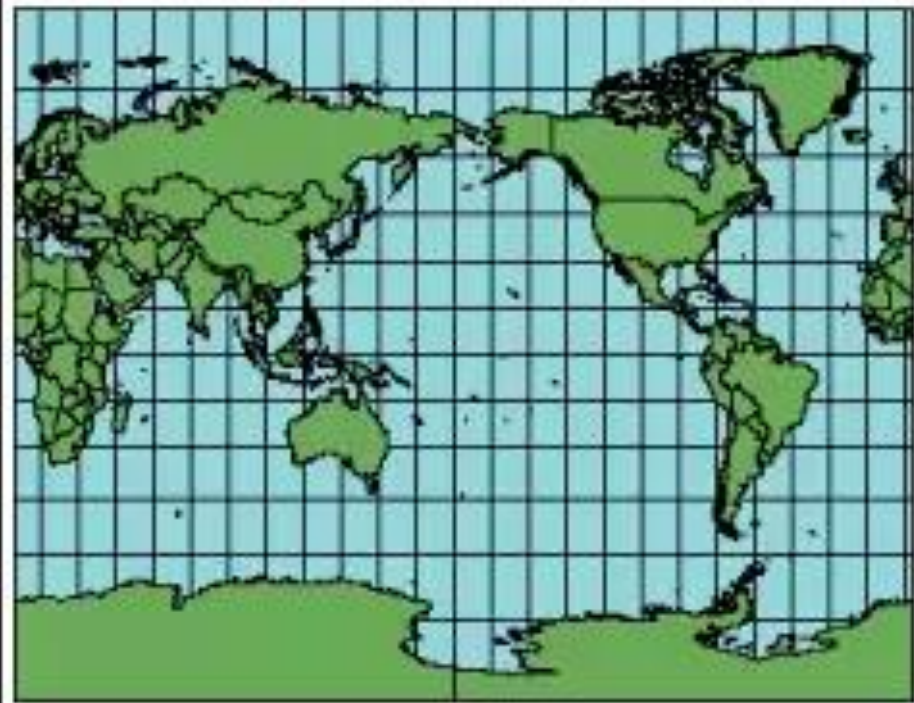
- Координаты x , y точки с широтой φ и долготой λ для проекции Галла-Петерса определяется следующим образом:

$$x = \frac{R\pi \cos 45^\circ}{180^\circ} = \frac{R\pi\lambda}{180^\circ \sqrt{2}}$$

$$y = \frac{R \sin \varphi}{\cos 45^\circ} = R\sqrt{2} \sin \varphi$$

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

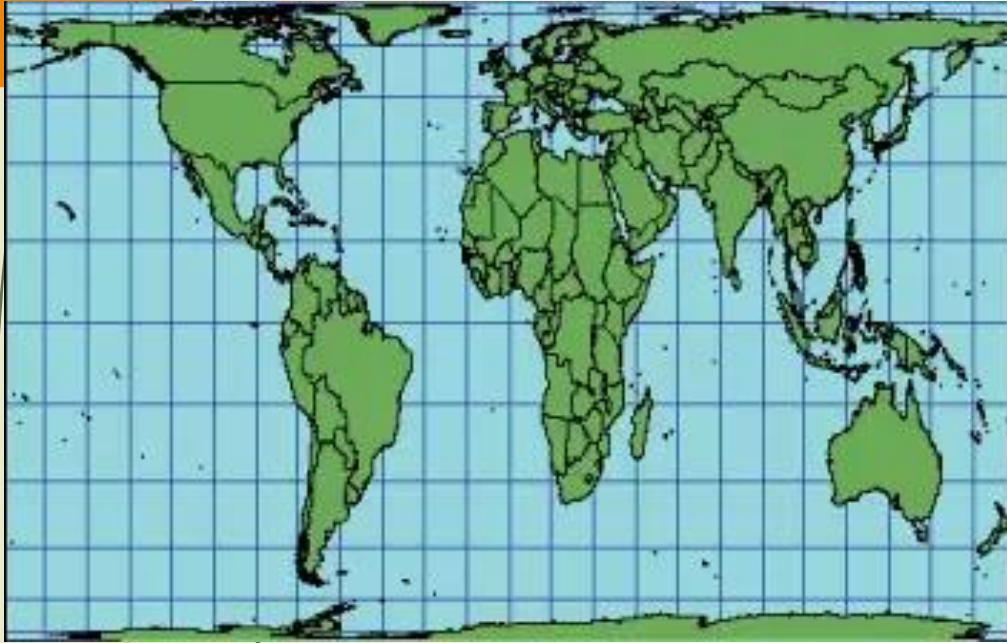
Стереографическая проекция Голла



- Была разработана около 1855 г.
- Цилиндрическая стереографическая проекция, основанная на двух стандартных параллелях на 45° СШ и 45° ЮШ. Земной шар проецируется в перспективе на секущий цилиндр от точки на экваторе, противоположной данному меридиану. Меридианы - прямые линии, расположенные через равные промежутки. Параллели являются прямыми линиями, интервалы между которыми увеличиваются по мере удаления от экватора. Полюса представляют собой прямые линии.
- Форма является истинной на 45° СШ и ЮШ. Искажение медленно возрастает по мере удаления от этих широт и становится очень значительным на полюсах.
- Площадь является истинной на 45° СШ и ЮШ. Искажение медленно возрастает по мере удаления от этих широт и становится очень значительным на полюсах.
- Локальное направление - правильное на 45° СШ и ЮШ. Направление в целом искажено во всех остальных местах.
- Расстояние является истинным во всех направлениях вдоль параллелей 45° СШ и ЮШ. Масштаб постоянен вдоль любой другой параллели и противоположной ей параллели. Расстояния сжаты между параллелями 45° СШ и ЮШ и растянуты за их пределами.
- Используется только для создания карт мира в британских атласах.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Равновеликая цилиндрическая проекция Ламберта



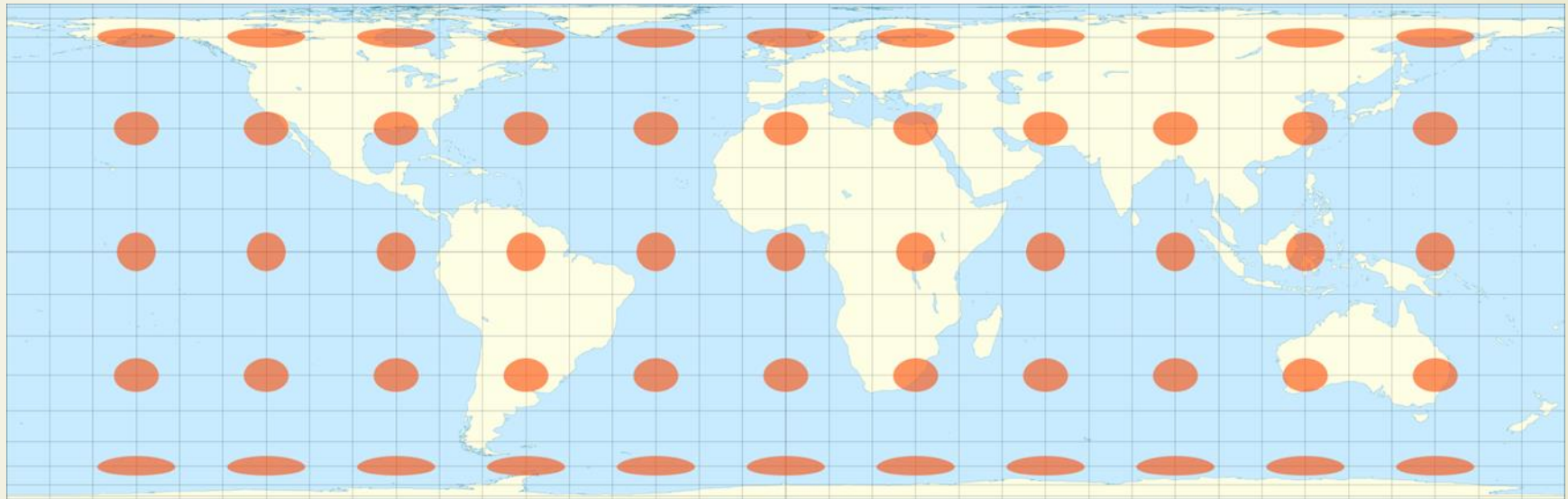
В нормальной ориентировке форма является истинной вдоль стандартных параллелей. Искажение формы очень значительно вблизи полюсов в нормальной ориентировке.

Искажение площади отсутствует.

Локальные углы правильны вдоль стандартных параллелей или стандартных линий. Направление искажено во всех остальных местах.

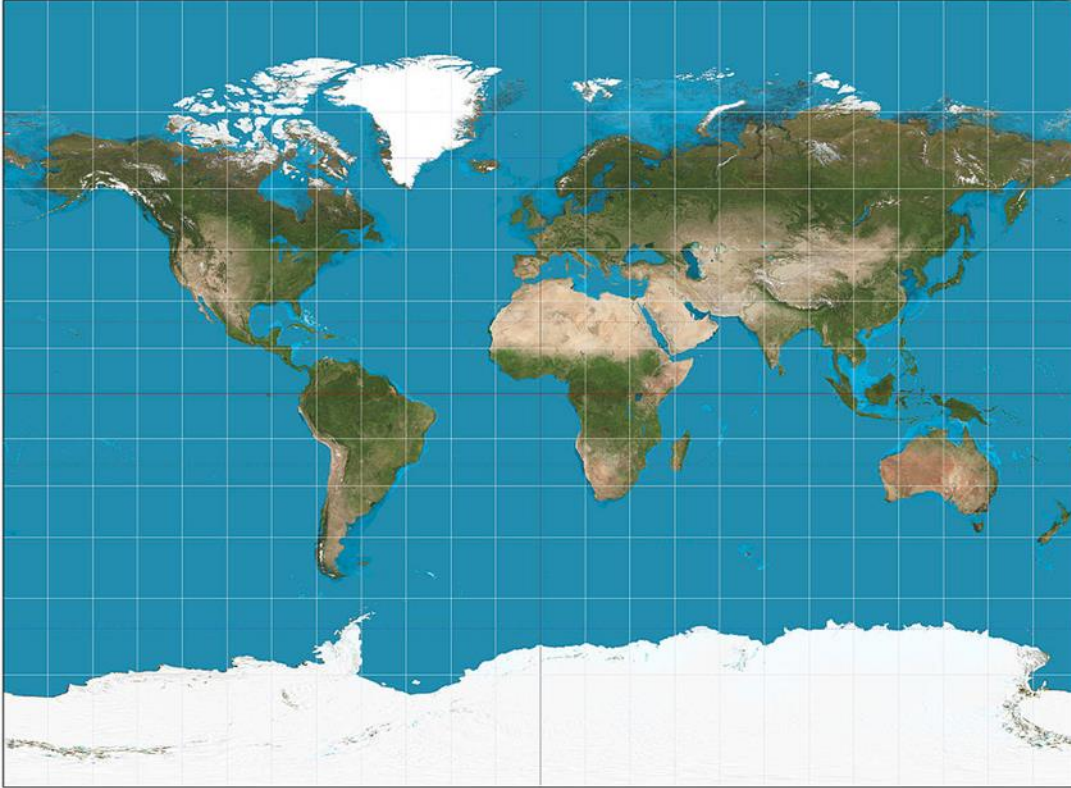
- Создатель - Иоганн Генрих Ламберт (1728-1777 гг.) – немецкий физик, философ, математик и астроном; был академиком в Мюнхене и Берлине.
- Дата создания – 1772 г.
- Нормальная перспективная проекция на цилиндрическую поверхность, касательную на экваторе.
- Все меридианы и параллели представляют перпендикулярные прямые линии. Меридианы протяженностью $0,32$ длины экватора расположены через равные интервалы. Параллели расположены через неравные интервалы, и наибольший интервал между ними наблюдается вблизи экватора. Полюса представляют собой линии, длина которых равна длине экватора.
- Масштаб является истинным вдоль экватора. Искажение масштаба очень значительно вблизи полюсов.
- Характеристика: равновеликая, подходит для картографирования экваториальных регионов.

Равновеликая цилиндрическая проекция Ламберта



Координаты x , y точки с широтой φ , долготой λ и центральной долготой λ_0 для равновеликой цилиндрической проекции Ламберта определяют следующие уравнения: $x = (\lambda - \lambda_0)$; $y = \sin \varphi$

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Цилиндрическая проекция Миллера

- Создатель – Осборн Мейтланд Миллер (1897 -1979 гг.), американский картограф шотландского происхождения.
- Дата создания – 1942 г.
- Характеристика: отображает полюса.

Цилиндрическая проекция Миллера

Является модификацией проекции Меркатора.

Главным недостатком проекции Меркатора является неограниченное увеличение масштаба изображения при приближении к полюсам. В проекции Миллера эта проблема решена путём искусственного уменьшения масштаба в высоких широтах.

Минимально искажена между 45-ми параллелями, искажения увеличиваются к полюсам. Массивы суши больше вытянуты в направлении восток-запад, чем в направлении север-юг.

Искажения увеличиваются в направлении от экватора к полюсам.

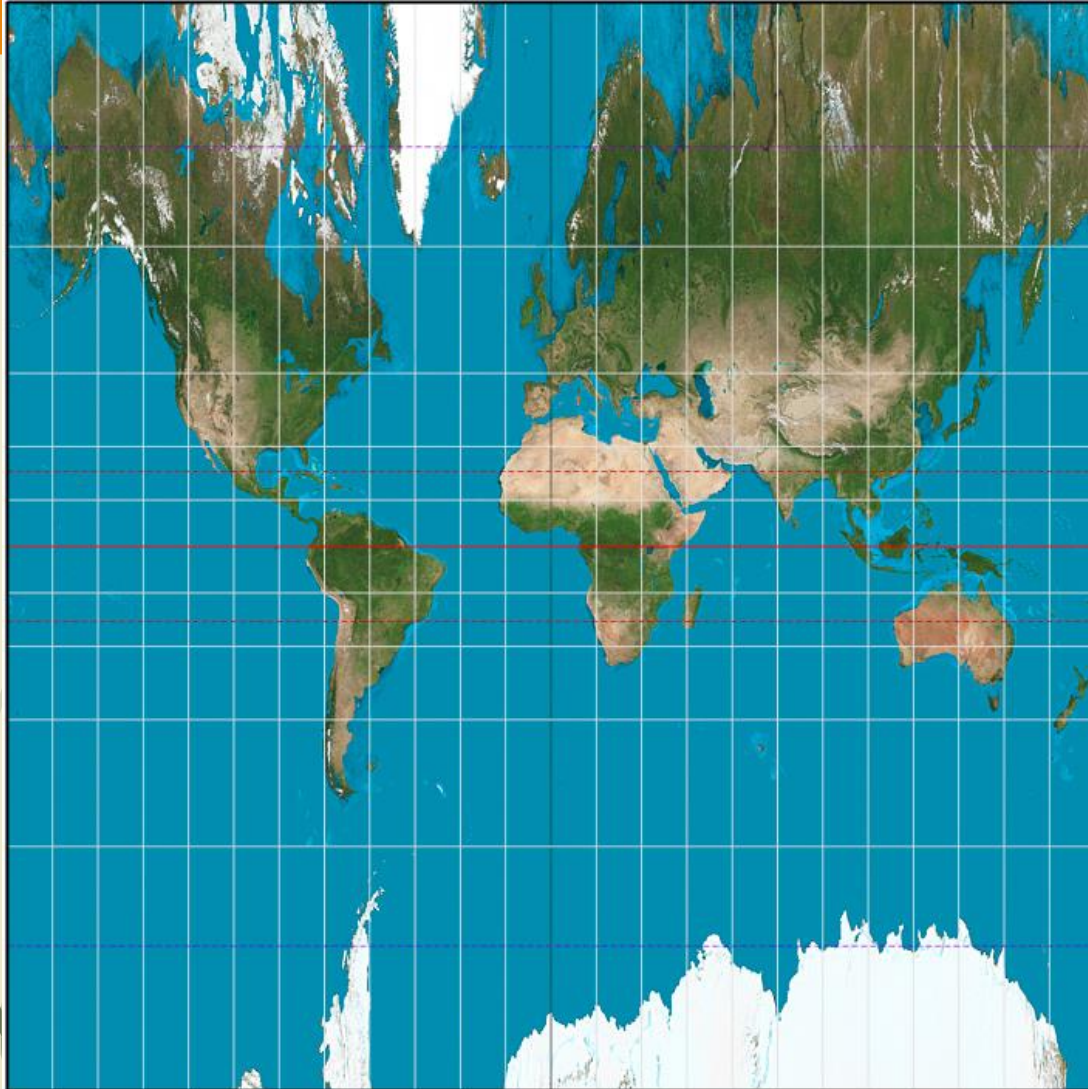
Углы на местности являются правильными только вдоль экватора.

Правильное расстояние сохраняется вдоль экватора.

Подходит только для карт мира общего назначения.

В геоинформационных системах проекция обозначается как «EPSG:54003 - World Miller Cylindrical»

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Центральная цилиндрическая проекция

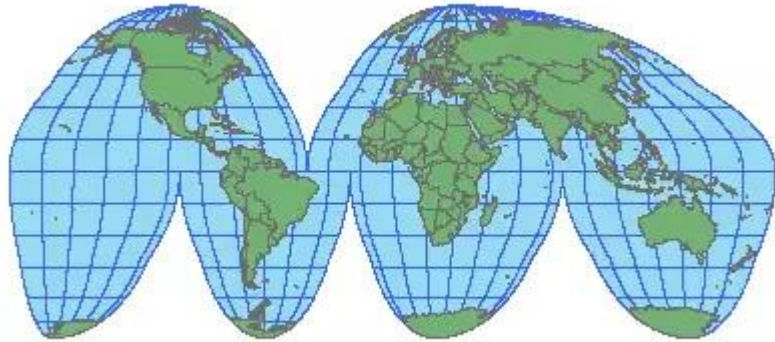
- Дата создания – IX век.
- Характеристика: используется в панорамной фотографии.
- Центральная цилиндрическая проекция, является перспективной проекцией цилиндрической карты. Это соответствует проецированию поверхности Земли на цилиндр касательной к экватору, как будто от источника света в центре Земли. Цилиндр затем разрезают вдоль одной из проектируемых меридианов и раскатывают в плоскую карту.



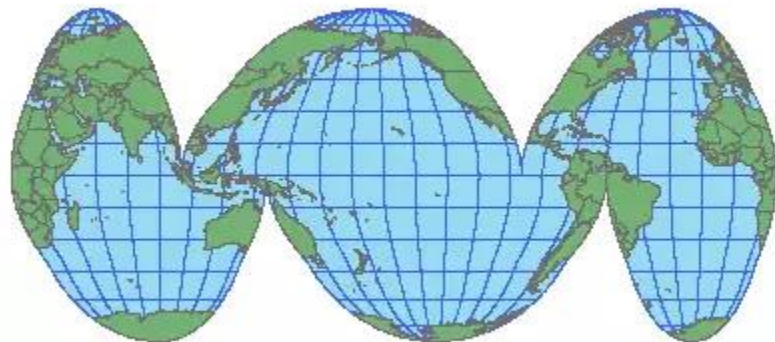
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Равновеликая проекция Гуда



Вариант для континентов

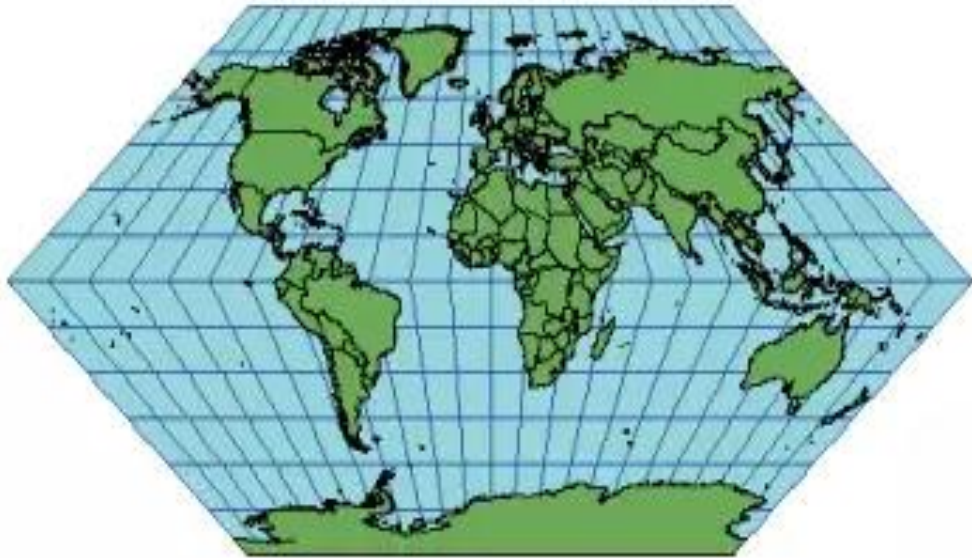


Вариант для океанов

- Разработана в целях сведения к минимуму искажения для всего Земного шара. Это разорванная псевдоцилиндрическая равновеликая проекция. Была разработана Джоном Полом Гудом в 1925.
- Синусоидальная проекция используется для приэкваториальной части Земного шара в пределах этих же широт. Обе эти проекции являются равноплощадными и псевдоцилиндрическими. Проекция "разрывается" таким образом, что соединёнными являются либо континенты (кроме Антарктиды), либо океаны.
- Все широты являются прямыми линиями. Там шесть прямых линий долготы, что обусловлено разрывами проекции. Каждая доля обладает собственным центральным меридианом, хотя общий центральный меридиан - нулевой.
- Нет искажений вдоль центральных меридианов в разделенных долях и на экваторе в синусоидальной части (между $\pm 40^{\circ} 44'$).
- Площади передаются точно.
- Углы правильные вдоль центральных меридианов и экватора, но нарушены во всех остальных частях.
- Масштаб точный вдоль всех параллелей синусоидальной части (между $\pm 40^{\circ} 44'$) и вдоль центральных меридианов долей.
- Равновеликая проекция Гуда подходит только для карт мира.
- Проекция используется для равноплощадных карт мира, преимущественно для растровых данных. Центр EROS (Center for Earth Resources Observation and Science) Геологической службы США (USGS) предоставляет свои данные в равновеликой проекции Гуда.

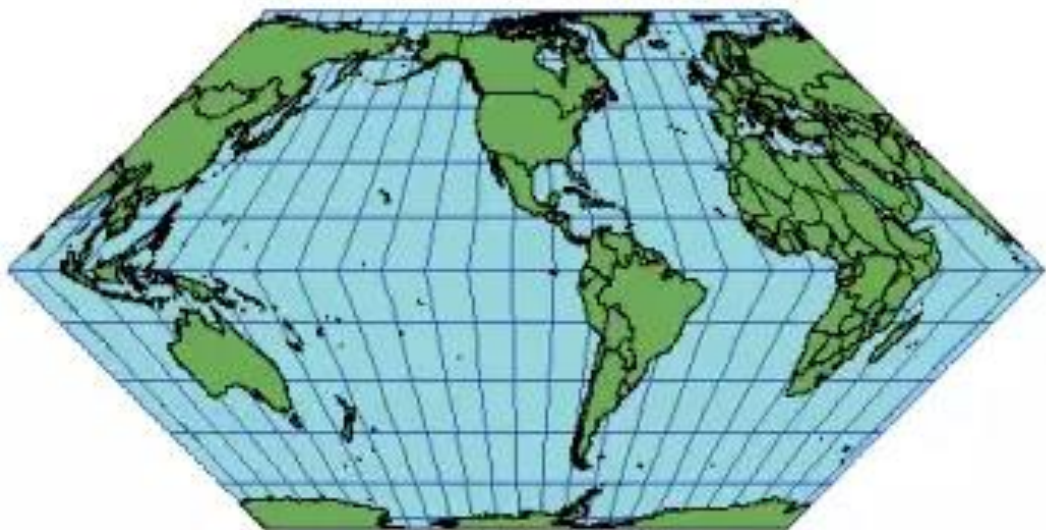
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Проекция Эккерта



- Создатель - Макс Эккерт (1868 -1938 гг.) – немецкий географ.
- Параллели и меридианы - прямые линии, расположенные через равные промежутки. Полюса и центральный меридиан - прямые линии, равные половине длины экватора.
- Равноугольная. Локальная форма является точной.
- Площади не сохраняются.
- Направление искажено везде.
- Масштаб истинный вдоль параллелей $47^{\circ}10'$ СШ и ЮШ.
- На экваторе есть нарушения непрерывности.
- Используется только при создании сувенирных карт.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

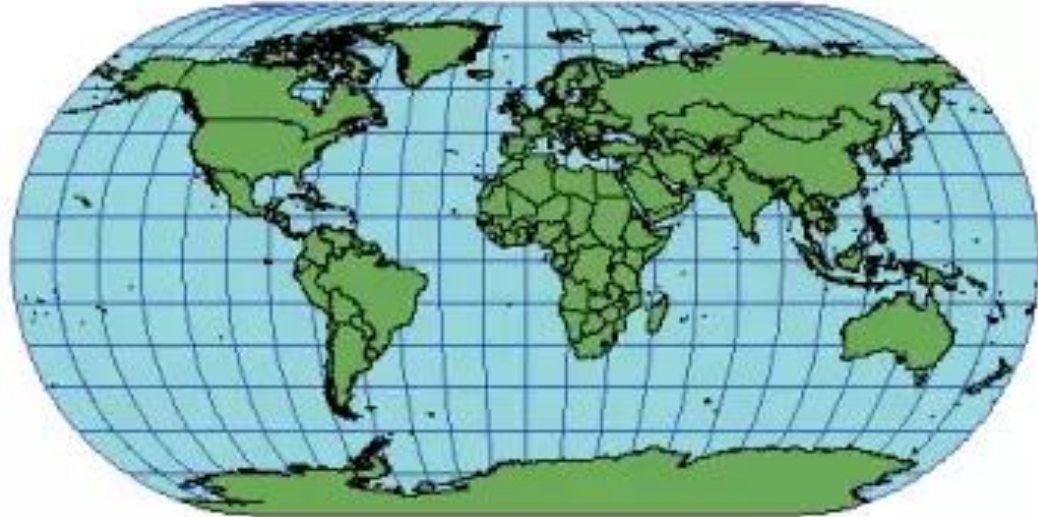


Проекция Эккерта II

- Создатель - Макс Эккерт (1868 -1938 гг.) – немецкий географ.
- Параллели – прямые линии, расположенные через неравные промежутки.
- Меридианы - прямые линии, расположенные через равные промежутки.
- Полюса и центральный меридиан - прямые линии, равные половине длины экватора..
- Форма не сохраняется.
- Площади не сохраняются.
- Направление искажено везде.
- Масштаб истинный вдоль параллелей $55^{\circ}10'$ СШ и ЮШ.
- На экваторе есть нарушения непрерывности.
- Используется только при создании сувенирных карт.

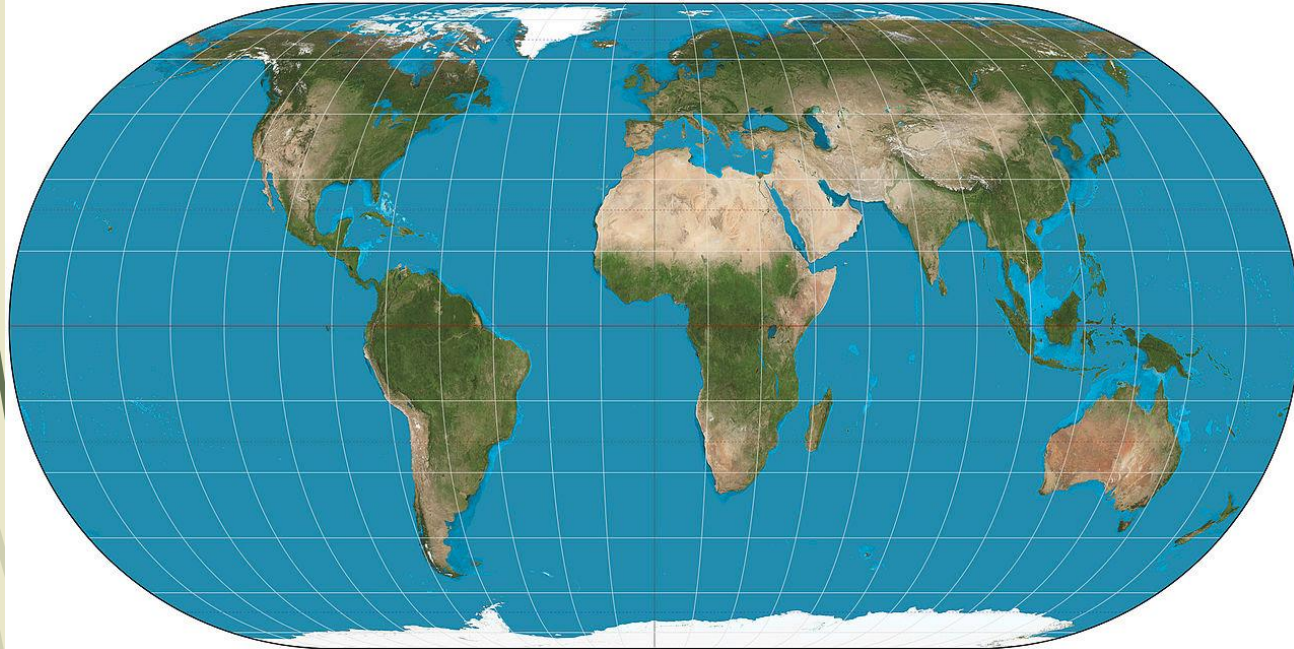
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Проекция Эккерта III



- Создатель - Макс Эккерт (1868 -1938 гг.) – немецкий географ.
- Параллели – прямые линии, расположенные через равные промежутки.
- Меридианы - эллиптические кривые, расположенные через равные промежутки. Меридиан, находящийся в +/- 180° от центрального меридиана имеет форму полукруга.
- Полюса и центральный меридиан - прямые линии, равные половине длины экватора.
- Искажения формы отсутствуют на параллелях $37^\circ 55'$ СШ и ЮШ. Ближе к полюсам объекты сжаты в направлении север-юг.
- Площади не сохраняются.
- На экваторе отсутствует искажение углов. Направление искажено во всех остальных местах.
- Масштаб истинный только вдоль параллелей $37^\circ 55'$ СШ и ЮШ. Ближе к полюсам объекты сжаты в направлении север-юг.
- Подходит только для карт мира.
- Применяется при создании тематических карт мира.

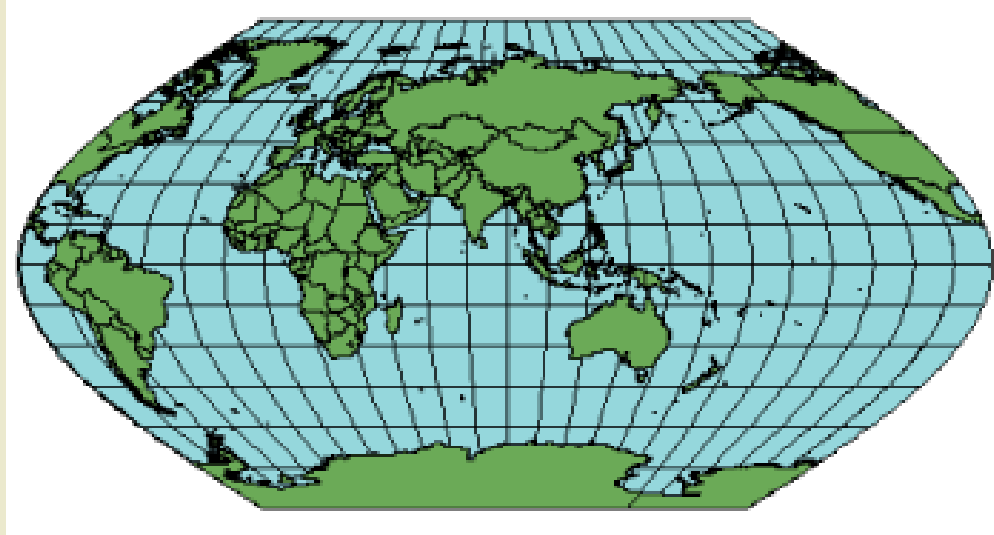
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Проекция Эккерта IV

- Создатель - Макс Эккерт (1868 - 1938 гг.) – немецкий географ.
- Характеристика: это псевдоцилиндрическая картографическая проекция. Полюса представлены как отрезки прямых, длина этих отрезков равна половине длины экватора. Параллели представлены как прямые линии, расположенные через неравные интервалы и уменьшающиеся по длине к полюсам. Меридианы представляют собой эллиптические кривые, расположенные через равные интервалы.

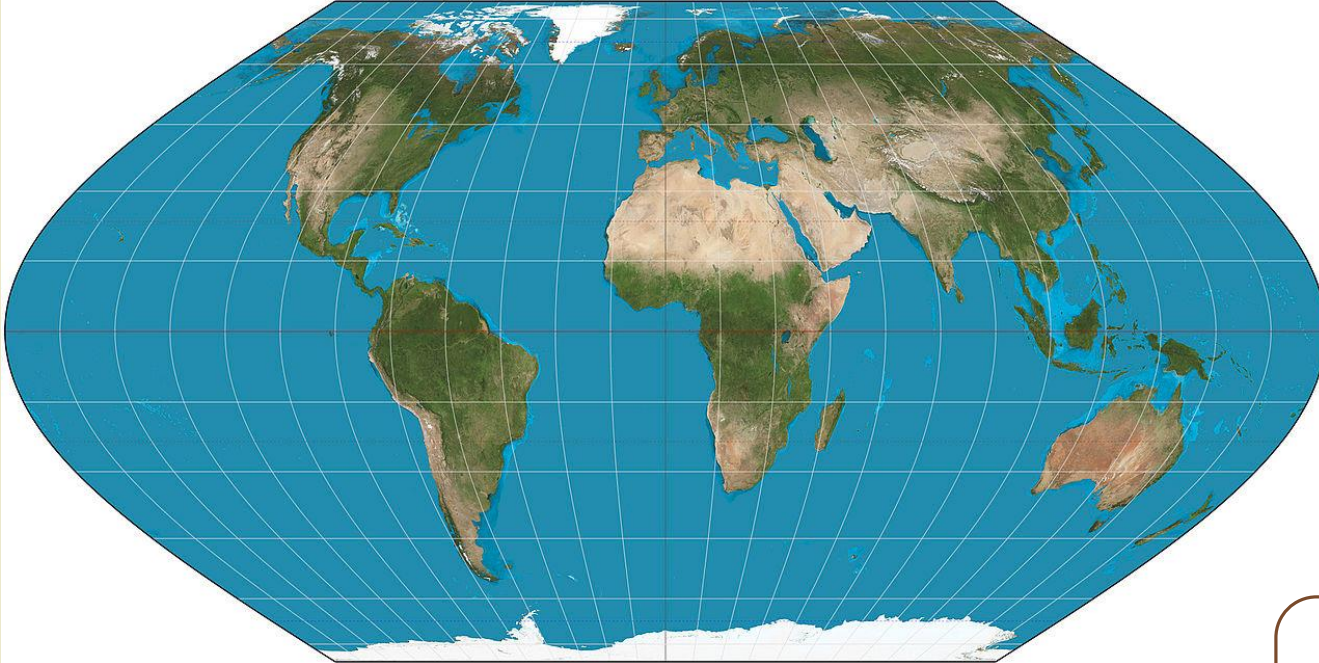
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Проекция Эккерта V

- Параллели – прямые линии, расположенные через равные промежутки. Меридианы – синусоидальные кривые, расположенные через равные интервалы. Полюса и центральный меридиан - прямые линии, равные половине длины экватора.
- Искажение формы отсутствует на параллелях $37^{\circ}55'$ СШ и ЮШ. Ближе к полюсам объекты сжаты в направлении север-юг.
- Площади не сохраняются.
- На экваторе отсутствует искажение углов. Направление искажено во всех остальных местах.
- Масштаб истинный только вдоль параллелей $37^{\circ}55'$ СШ и ЮШ. Ближе к полюсам объекты сжаты в направлении север-юг.
- Подходит только для карт мира.
- Применяется при создании тематических карт мира.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



Проекция Эккерта VI

Создатель - Макс Эккерт
Грейфендорф (1868 -1938 гг.) –
немецкий географ.

Проекция Эккерта VI

Параллели – прямые линии, расположенные через неравные промежутки, которые уменьшаются при приближении к полюсам.

Меридианы – синусоидальные кривые, расположенные через равные интервалы. Полюса и центральный меридиан - прямые линии, равные половине длины экватора.

Формы объектов растянуты на 29% в направлении с севера на юг вдоль экватора относительно направления с востока на запад. Это растяжение уменьшается до 0 в точках $49^{\circ}16'$ СШ и ЮШ по центральному меридиану. Ближе к полюсам элементы сжаты в направлении с севера на юг.

Локальные углы правильны на пересечении параллелей $49^{\circ}16'$ СШ и ЮШ с центральным меридианом. Направление искажено во всех остальных местах.

Масштаб искажен на 29% в направлении с севера на юг вдоль экватора по сравнению с направлением восток-запад. Это искажение уменьшается до 0 в точках $49^{\circ}16'$ СШ и ЮШ по центральному меридиану. Масштаб правильный только вдоль этих параллелей. Ближе к полюсам элементы сжаты в направлении с севера на юг.

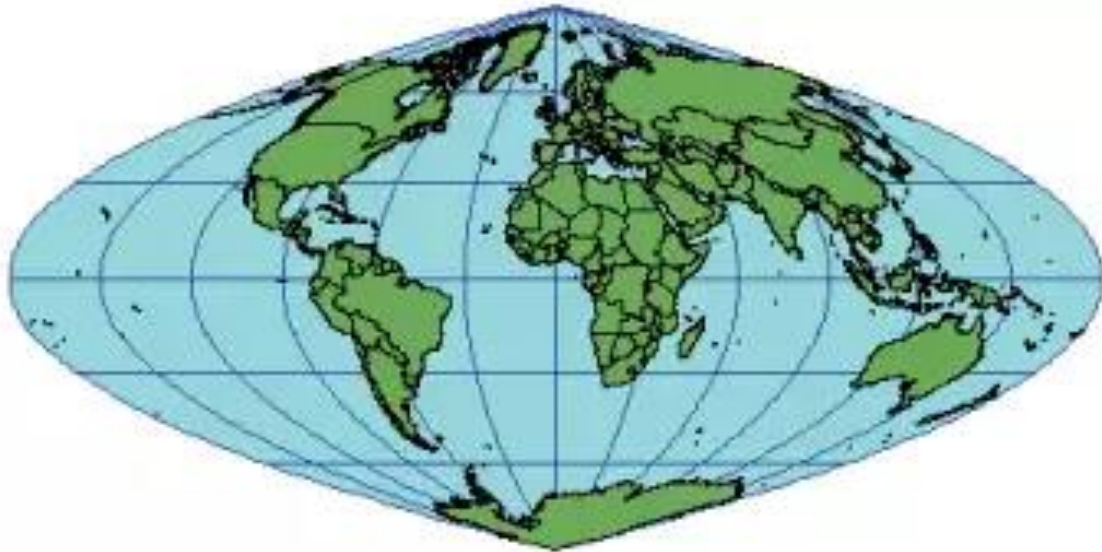
Подходит только для карт мира.

Применяется при создании тематических карт мира.

Использовалась в СССР в 1937 г. при создании карт мира в Атласе мира.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

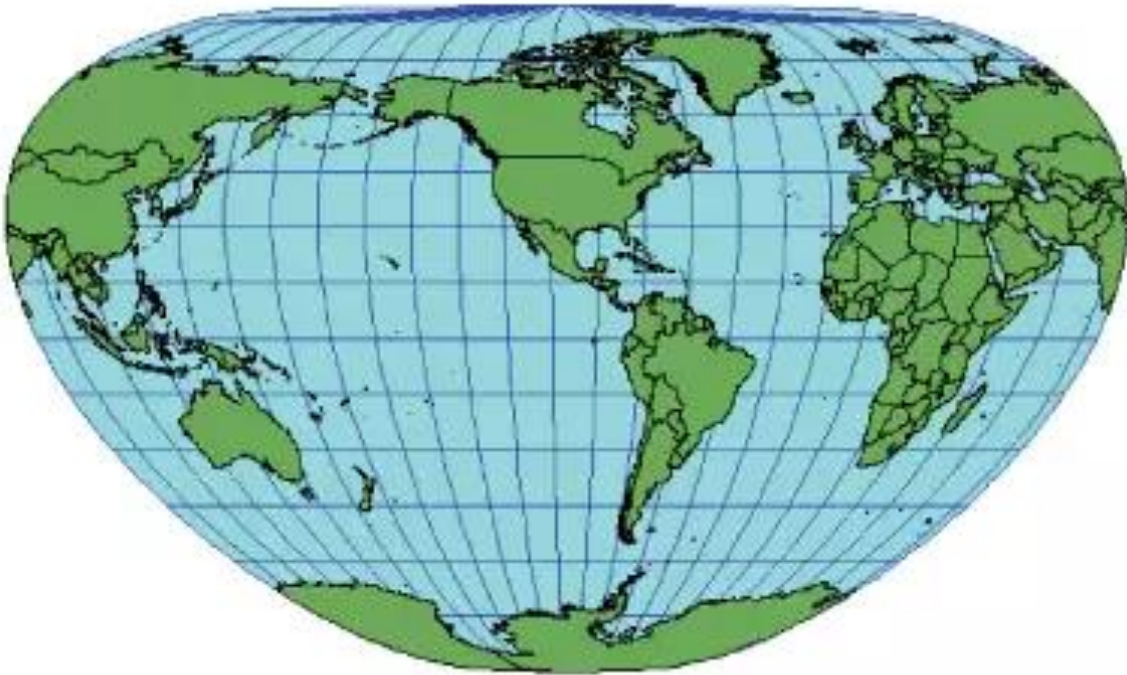
Параболическая проекция Крастера



- Эта псевдоцилиндрическая равновеликая проекция преимущественно используется для создания тематических карт мира. Также известна как проекция Путныньша Р4.
- Центральный меридиан представляет собой прямую линию длиной в половину длины экватора. Параллели, расположенные через неравные интервалы, являются прямыми параллельными линиями, перпендикулярными к центральному меридиану. Интервалы между ними уменьшаются постепенно по мере удаления от экватора.
- Отсутствует искажение вдоль центрального меридиана на $36^{\circ}46'$ СШ и ЮШ. Искажение возрастает по мере удаления от этих точек и проявляется сильнее всего на внешних меридианах и в высоких широтах. Прерывание проекции значительно уменьшает искажение.
- Равновеликая проекция.
- Локальные углы правильны на пересечении параллелей $36^{\circ}46'$ СШ и ЮШ с центральным меридианом. Направление искажено во всех остальных местах.
- Масштаб является истинным вдоль широт $36^{\circ}46'$ СШ и ЮШ. Масштаб также постоянен вдоль любой отдельной взятой широты и симметричен относительно экватора.
- Подходит только для карт мира.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

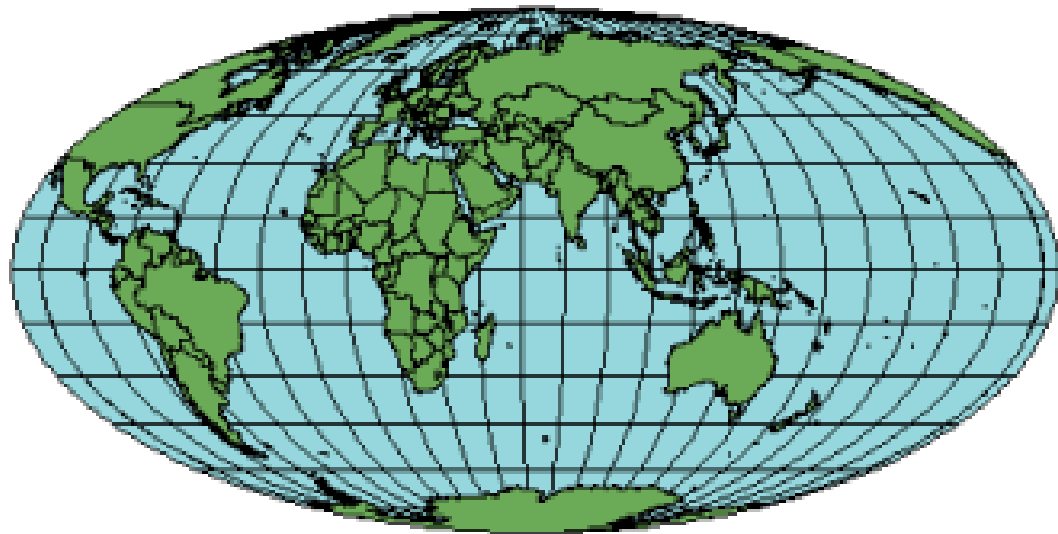
Локсимутальная проекция



- Псевдоцилиндрическая проекция, созданная Карлом Саймоном в 1935 г. Эта проекция также была предложена в 1966 г. Валдо Тоблером. Локсодромии или линии румбов показаны как прямые линии, с точным азимутом и масштабом при пересечении центрального меридиана и центральной параллели.
- Все параллели являются прямыми линиями, а все меридианы – равноотстоящими дугами, за исключением центрального меридиана, который является прямой линией. Полюса изображаются точками.
- Линейные элементы картографической сетки - параллели и центральный меридиан.
- Форма искажена. По мере возрастания значения величины удаления центральной параллели от экватора, формы объектов повсеместно становятся более искаженными.
- Площадь - искажена.
- Направления являются истинными только в месте пересечения центрального меридиана и центральной параллели. Направление искажено во всех остальных местах.
- Масштаб правильный вдоль центрального меридиана. Он постоянен вдоль любой параллели. Если центральная параллель не является экватором, то масштаб вдоль всех параллелей будет различный.
- Целесообразно использовать для отображения локсодромий (линий, пересекающих меридианы под одним углом).

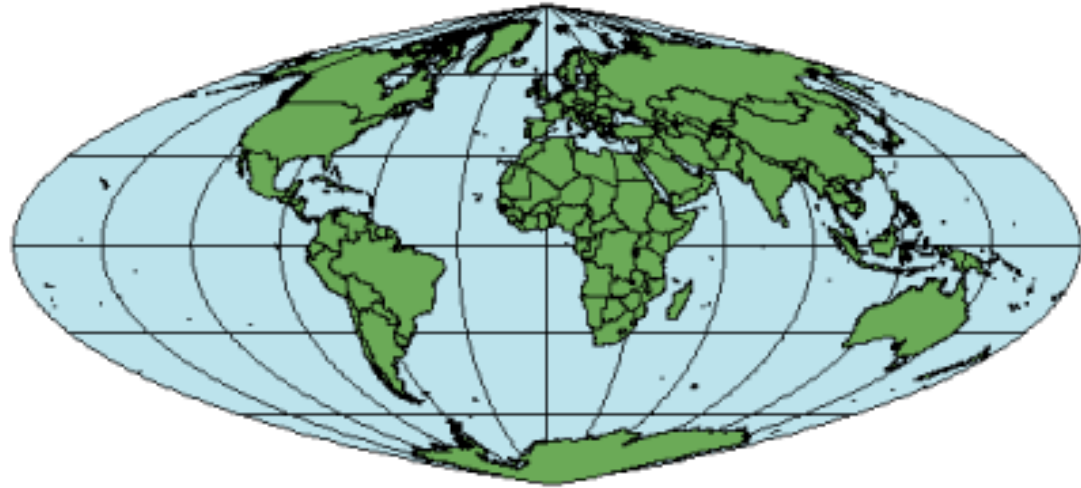
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Проекция Мольвейде



- Также носит название проекции Бабине, эллиптической, гомолографической или гомалографической. Карл Б. Мольвейде создал эту псевдоцилиндрическую проекцию в 1805 году. Эта равновеликая проекция была разработана для мелкомасштабных карт.
- Псевдоцилиндрическая равновеликая проекция. Все параллели являются прямыми линиями, а все меридианы - это эллиптические дуги, равноотстоящие друг от друга. Исключение составляет центральный меридиан, который отображается прямой линией. Полюса изображаются точками.
- Линейные элементы картографической сетки - экватор и центральный меридиан.
- Форма не искажается на пересечении центрального меридиана и линий широт $40^{\circ}44'$ СШ и ЮШ. Искажения увеличиваются во всех направлениях от этих точек и очень велики на краях проекции.
- Равновеликая проекция.
- Углы на местности являются истинными только в точках пересечения центрального меридиана и линий широты $40^{\circ}44'$ СШ и ЮШ. Направление искажено повсеместно.
- Масштаб является истинным вдоль параллелей $40^{\circ}44'$ СШ и ЮШ. Искажения увеличиваются с удалением от этих линий и очень велики на краях проекции.
- Подходит для тематического картографирования всего мира, зачастую в виде проекции с разрывами.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

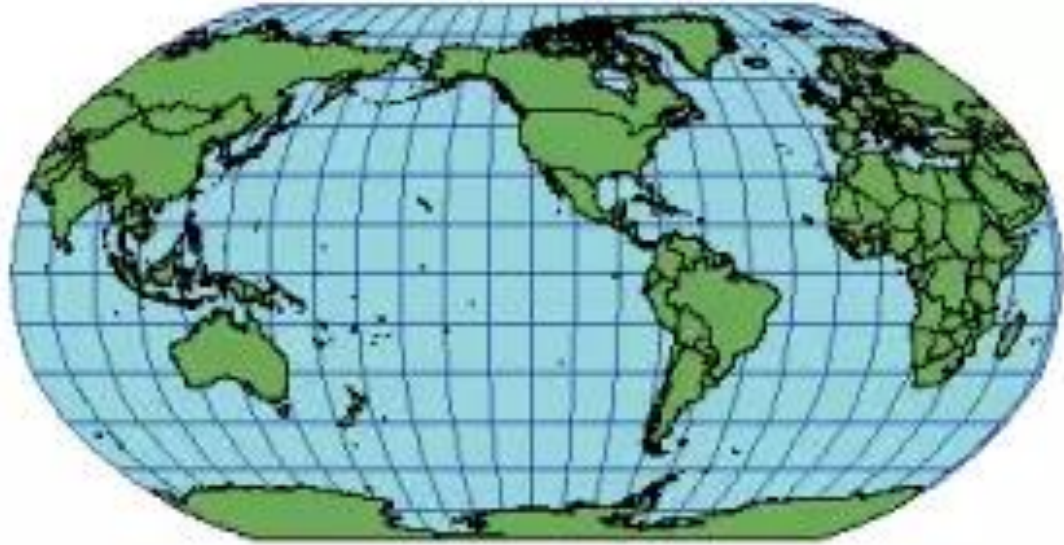


Проекция Quartic Authalic

- Псевдоцилиндрическая равновеликая проекция.
- Много линий; все параллели проекции.
- Центральный меридиан – прямая линия, длина которой составляет 0,45 длины экватора. Меридианы – дуги, отстоящие друг от друга на одинаковое расстояние. Параллели, расположенные через неравные интервалы, являются прямыми параллельными линиями, перпендикулярными к центральному меридиану. Расстояние между ними уменьшается очень постепенно по мере удаления от экватора.
- Форма искажена.
- Направление искажено.
- Масштаб является истинным вдоль экватора. Масштаб является также постоянным вдоль любой заданной линии широты и симметричен относительно экватора.
- Подходит только для карт мира.
- Области использования - тематические карты мира.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

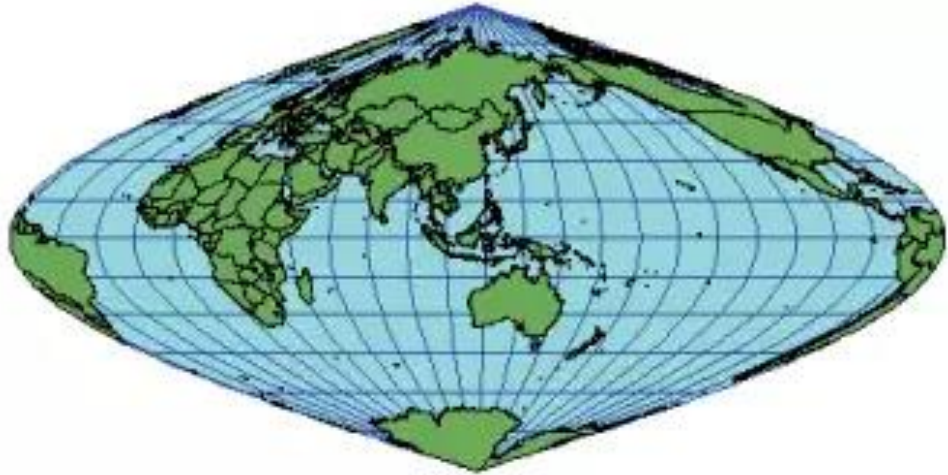
Проекция Робинсона



- Псевдоцилиндрическая проекция. Меридианы расположены на одинаковом расстоянии друг от друга и похожи на эллиптические дуги, выгнутые от центрального меридиана. Центральный меридиан – прямая линия, длина которой составляет 0,51 длины экватора.
- Параллели - это прямые линии, отстоящие друг от друга на одинаковое расстояние между 38° СШ и ЮШ; за этими широтами расстояние между параллелями уменьшается. Длина линий, соответствующих полюсам, равна 0,53 длины экватора. Проекция основана на таблицах пересчета координат, а не на математических формулах.
- Линейные элементы картографической сетки - все параллели и центральный меридиан.
- Искажения формы и площади очень малы в пределах 45° от начальной точки и вдоль экватора.
- Направление искажено.
- Масштаб является истинным вдоль 38° СШ и ЮШ. Масштаб постоянен вдоль любой данной выбранной линии широты и линии с широтой, имеющей противоположный знак.
- Ни равноугольная, ни равновеликая проекция. Подходит только для карт мира.
- Разработана для создания общегеографических и тематических карт мира.

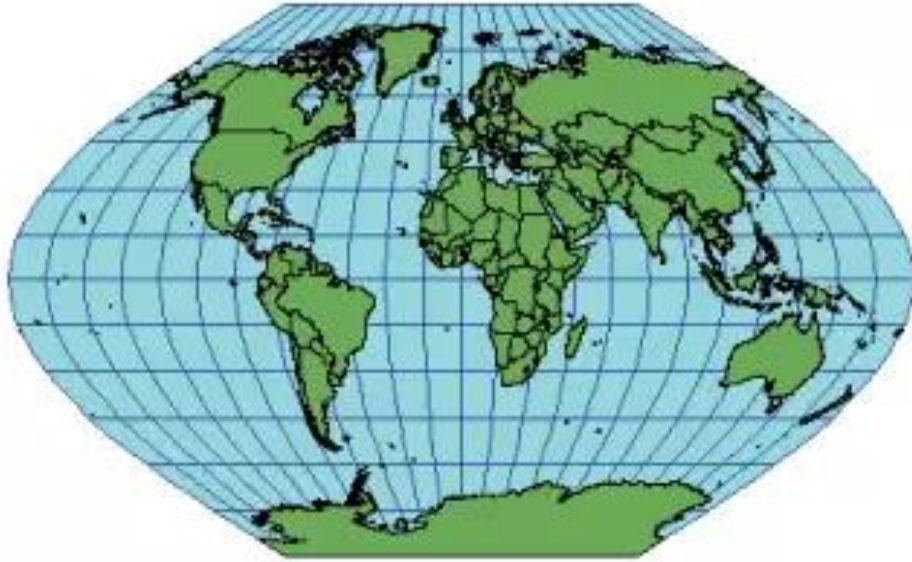
ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Синусоидальная проекция



- Также известна как проекция Сансона-Флэмстида. На картах мира эта проекция сохраняет равенство площадей, пренебрегая искажениями углов. Альтернативные форматы уменьшают искажения вдоль краевых меридианов путем разрывов проекции по океанам и путем центрирования континентов относительно их собственных центральных меридианов, или наоборот.
- Псевдоцилиндрическая проекция, в которой все параллели и центральный меридиан являются прямыми линиями. Меридианы - это дуги, рассчитанные с использованием синусных функций, причем амплитуда кривых увеличивается по мере удаления от центрального меридиана.
- Линейные элементы картографической сетки - все линии широты и центральный меридиан.
- Никаких искажений вдоль центрального меридиана и вдоль экватора. Меньшие регионы в варианте проекции с разрывами имеют меньшие искажения, чем в синусоидальной проекции мира без разрывов.
- Площади передаются точно.
- Местные углы являются правильными вдоль центрального меридиана и экватора, но во всех других местах искажены.
- Масштаб вдоль всех параллелей и центрального меридиана проекции является точным.
- Искажения уменьшаются при отображении отдельного большого массива суши, а не всего земного шара. Это особенно верно для регионов, расположенных близко к экватору.
- Используется для карт мира, иллюстрирующих характеристики территории, особенно для проекций с разрывами.
- Подходит для карт континентов (Южной Америки, Африки), и иногда для других массивов суши, каждый из которых имеет собственный центральный меридиан.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

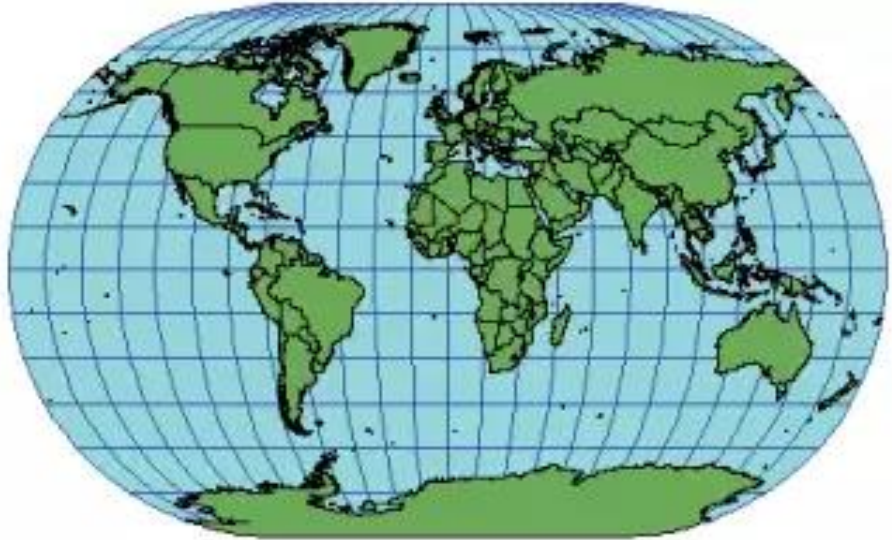


Проекция Винкеля I

- Разработана Освальдом Винкелем в 1914 г.
- Псевдоцилиндрическая проекция. Координаты являются средними между координатами синусоидальной проекции и проекции равных прямоугольников.
- Меридианы - это синусоидальные кривые, равномерно отстоящие друг от друга и выпрямляющиеся к центральному меридиану. Центральный меридиан - прямая линия.
- Параллели – прямые линии, расположенные через равные промежутки. Длины линий, соответствующих полюсам, и центрального меридиана зависят от выбранных стандартных параллелей.
- Линейные элементы картографической сетки - параллели и центральный меридиан.
- Форма и площадь искажены.
- Направление - искажено.
- Как правило, масштаб является истинным вдоль широт $50^{\circ}28'$ СШ и ЮШ.
- Ни равноугольная, ни равновеликая проекция. Подходит только для карт мира.
- Разработана для составления обзорных карт мира. Если в качестве стандартных параллелей используются широты $50^{\circ}28'$ СШ и ЮШ, общий масштаб площади является правильным, но местные масштабы площадей варьируют.

ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Проекция Винкеля II



- Разработана Освальдом Винкелем в 1918 г.
- Псевдоцилиндрическая проекция. Координаты являются средними между координатами проекции Мольвейде и проекции равных прямоугольников. Меридианы отображаются равноотстоящими кривыми линиями, закругляющимися по направлению к центральному меридиану. Центральный меридиан - прямая линия. Параллели – прямые линии, расположенные через равные промежутки. Длины линий, соответствующих полюсам, и центрального меридиана зависит от выбранных стандартных параллелей.
- Линейные элементы картографической сетки - параллели и центральный меридиан.
- Форма, направление и площадь искажены.
- Масштаб является истинным вдоль стандартных параллелей.
- Ни равноугольная, ни равновеликая проекция. Подходит только для карт мира.
- Разработана для составления обзорных карт мира.



КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ



КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

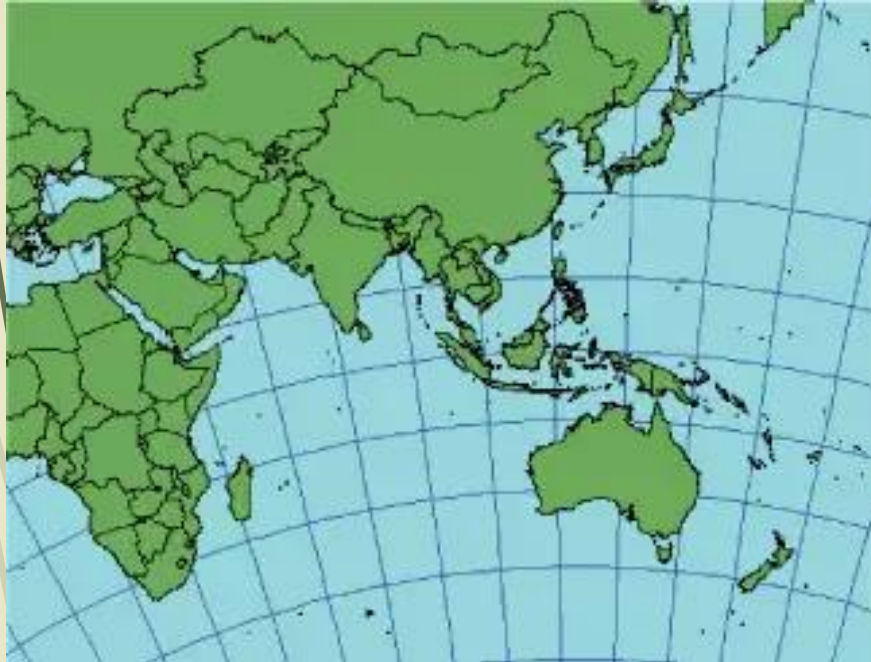
Равнопромежуточная коническая проекция



- Может быть основана на одной или двух стандартных параллелях. Все параллели находятся на равном расстоянии друг от друга, пересекая меридианы через одинаковые интервалы.
- Конус является касательным, если определена только одна стандартная параллель, и секущим, если определены две стандартных параллели. Пересекающиеся линии координатной сетки разнесены на одинаковые расстояния. Расстояние между каждым меридианом одинаково, как и расстояние между каждой из концентрических дуг, описывающих линии широты. Полюса представлены скорее как дуги, чем как точки.
- Касательные проекции - Одна линия, обозначенная стандартной параллелью.
- Секущие проекции - две линии, определяемые как 1-я и 2-я стандартные параллели.
- Линейные элементы картографической сетки - все меридианы.
- Локальные формы являются истинными вдоль стандартных параллелей. Искажение постоянно вдоль любой данной параллели, но увеличивается по мере удаления от стандартных параллелей.
- Искажение площади постоянно вдоль любой данной параллели, но увеличивается по мере удаления от стандартных параллелей.
- Направление истинное вдоль стандартных параллелей.
- Расстояние Истинное вдоль меридианов и стандартных параллелей. Масштаб постоянен вдоль любой данной параллели, но изменяется от параллели к параллели.
- Диапазон широт должен быть ограничен 30 градусами.
- Области использования - Картографирование регионов, расположенных в средних широтах, вытянутых в направлении с востока на запад.
- Обычно используется для карт в атласах небольших стран.
- Использовалась в Советском Союзе для картографирования всей страны.

КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Равноугольная коническая проекция Ламберта



- Эта проекция является одной из лучших для средних широт. Коническая проекция, обычно основанная на двух стандартных параллелях, что делает ее секущей проекцией. Интервал между линиями широты возрастает за пределами стандартных параллелей. Это - единственная коническая проекция, представляющая полюса как одну точку. Может быть определена с одной стандартной параллелью и масштабным коэффициентом. Если масштабный коэффициент не равен 1,0, эта проекция действительно становится секущей проекцией.
- В том случае, если используются две стандартные параллели, они являются линиями сечения.
- В том случае, если используется одна стандартная параллель и масштабный коэффициент равен 1 - стандартная параллель является единственной линией касания.
- Если используется одна стандартная параллель и масштабный коэффициент меньше 1, конус сечет сфероид по двум параллелям.
- Линейные элементы картографической сетки - все меридианы.
- Все линии координатной сетки пересекаются под углом 90° . Сохраняются малые формы.
- Минимальное искажение площади вблизи стандартных параллелей. Масштаб площади уменьшен между стандартными параллелями и увеличен за их пределами.
- Локальные углы точные по всем направлениям по определению равноугольности.
- Масштаб точен вдоль стандартных параллелей. Масштаб уменьшается между стандартными параллелями и увеличивается за их пределами.
- Наилучшие результаты получаются при использовании для регионов, вытянутых в направлении с востока на запад, расположенных в средних северных или южных широтах. Общий диапазон широт не должен превышать 35° .
- Государственная система координат США для всех штатов, простирающихся с востока на запад.

КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Равновеликая коническая проекция Альберса



- В этой конической проекции используются две стандартные параллели для некоторого уменьшения искажения, получаемого при использовании только одной стандартной параллели. Хотя ни форма, ни линейный масштаб не являются истинно правильными, искажение этих свойств минимизируется в регионе между двумя стандартными параллелями. Эта проекция наилучшим образом подходит для картографирования больших участков Земли, вытянутых больше с востока на запад, чем с севера на юг.
- Меридианы представляют собой расположенные через одинаковые интервалы прямые линии, сходящиеся в одной точке. Полюса представлены скорее как дуги, чем как отдельные точки. Параллели выглядят как концентрические окружности, разнесенные на разные расстояния; интервал между ними уменьшается по направлению к полюсам.
- Линии контакта - две линии; стандартные параллели определяются градусами широты.
- Линейные элементы картографической сетки - все меридианы.
- Форма вдоль стандартных параллелей – точная и минимально искаженная в регионе между стандартными параллелями и регионами, примыкающими непосредственно к ним. Углы в 90 градусов между меридианами и параллелями сохраняются, но из-за того, что масштаб вдоль линий долготы не совпадает с масштабом вдоль линий широты, окончательная проекция не является равноугольной.
- Все площади пропорциональны соответствующим площадям на Земле.
- Направление – истинное вдоль стандартных параллелей.
- Расстояния проекции лучше всего передаются в средних широтах. Вдоль параллелей масштаб уменьшается между стандартными параллелями и возрастает за их пределами. Вдоль меридианов изменения масштаба происходят по противоположной модели.
- Лучшие результаты получаются при картографировании регионов, вытянутых в направлении с востока на запад и лежащих в средних широтах. Общий диапазон широт с севера на юг не должен превышать 30-35 градусов. Нет ограничений для регионов, вытянутых с востока на запад.
- Используется для небольших регионов или стран, но не для континентов.

ПСЕВДОКОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Проекция Бонне



- Эта равновеликая проекция имеет истинный масштаб вдоль центрального меридиана и всех параллелей.
- Псевдоконическая. Параллели представляют собой равноудаленные концентрические дуги окружностей с истинным масштабом для меридианов.
- Единственная стандартная параллель не имеет искажений.
- Линейные элементы картографической сетки - центральный меридиан.
- Отсутствует искажение вдоль центрального меридиана и стандартной параллели; ошибка возрастает по мере удаления от этих линий.
- Равновеликая проекция.
- Направление – истинное вдоль центрального меридиана и стандартной параллели.
- Истинный масштаб вдоль центрального меридиана и каждой параллели.
- Обычно используется для создания карт континентов или меньших регионов. Модель искажения заставляет отдать предпочтение другим равновеликим проекциям.
- В 19-м веке и в начале 20-го века использовалась для создания карт в атласах Азии, Австралии, Европы и Северной Америки.



АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Азимутальная равнопромежуточная проекция



- Наиболее важной характеристикой этой картографической проекции является то, что и расстояние, и направление точны по отношению к центральной точке. Эта проекция может включать в себя все возможные ориентировки: экваториальную, полярную и косую.
- Земной шар проецируется на плоскую поверхность из любой точки на глобусе. Хотя возможна любая ориентировка проекции, чаще всего используется полярная ориентировка, при которой все меридианы и параллели разделены равномерно для сохранения свойств равных расстояний. Довольно часто используется и косая ориентировка, с точкой касания в выбранном пункте.
- Точка касания - единственная точка, обычно – Северный полюс или Южный полюс – определяется градусами широты и долготы.
- Полярная ориентировка – прямые меридианы равномерно разделяются концентрическими окружностями широты.
- Экваториальная ориентировка - экватор и центральный меридиан проекции - прямые линии, пересекающиеся под углом 90 градусов.
- Косая ориентировка - центральный меридиан - прямой, но нет пересечений под углом 90 градусов, кроме как вдоль центрального меридиана.
- За исключением центра, все формы искажены. Искажение возрастает по направлению от центра.
- Искажение площади возрастает по направлению от центральной точки.
- Истинные направления по направлению от центральной точки.
- Расстояния для всех ориентировок точны по направлению от центра. Для полярной ориентировки расстояния вдоль меридианов точны, но существует модель увеличения искажения вдоль окружностей широты по направлению от центральной точки.
- Обычно ограничение – 90 градусов от центра, хотя можно спроецировать весь Земной шар. Полярные проекции лучше всего подходят для высокоширотных регионов с широтой выше 60 градусов, что обеспечивает минимальное искажение.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

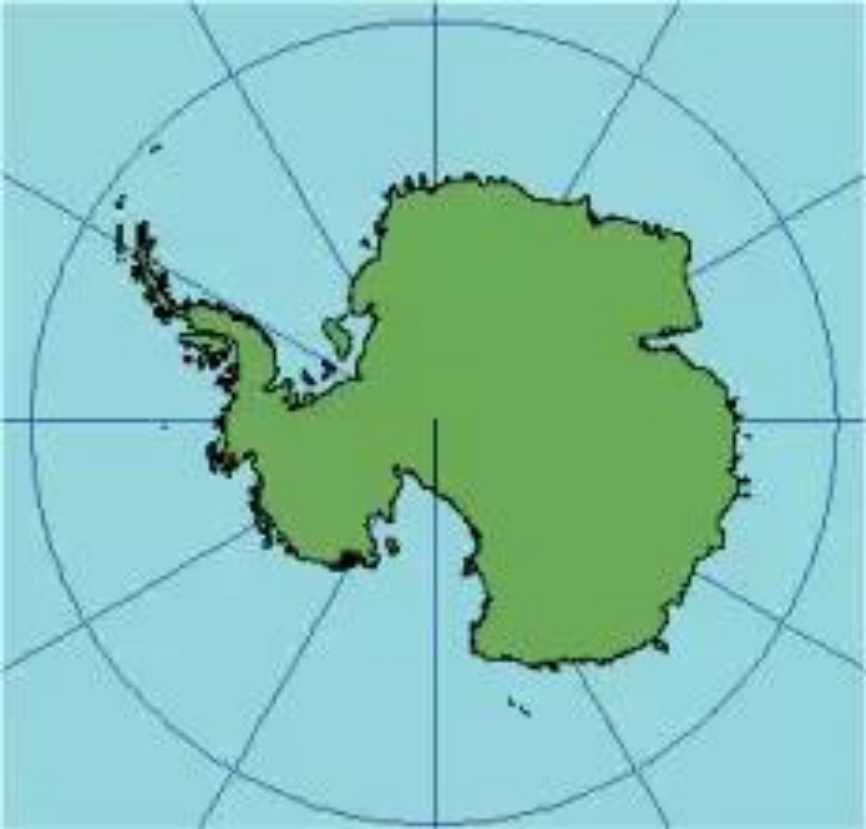
Двойная стереографическая проекция



- Равноугольная азимутальная перспективная проекция, рассматриваемая из точки на глобусе, противоположной точке касания. Точки трансформируются со сфероида на сферу Гаусса до того как проецируются на плоскость.
- Все меридианы и параллели показаны как дуги окружности или прямые линии. Линии координатной сетки пересекаются под углом 90° . В поперечной проекции параллели искривлены в противоположных направлениях по обе стороны экватора. В косой проекции только параллель, противоположная по знаку центральной параллели, является прямой линией, остальные параллели выгнуты по направлению к полюсам по обе стороны прямой параллели.
- Точка касания - единичная точка в любом месте на глобусе.
- Линейные элементы картографической сетки: полярная ориентировка (нормальная проекция) - все меридианы; экваториальная ориентировка (поперечная проекция) - центральный меридиан и экватор; косая проекция - центральный меридиан и параллель, противоположная по знаку центральной параллели.
- Равноугольная. Локальная форма является точной.
- Истинный масштаб – в центре. Искажение возрастает по мере удаления от центра.
- Направления точны от центра. Локальные углы точны везде.
- Масштаб увеличивается по мере удаления от центра.
- Обычно ограничивается одним полушарием. Могут быть показаны части другого полушария, но в этом случае резко увеличивается искажение.
- Используется для крупномасштабных систем координат в Нью-Брансуик (провинция Канады) и в Нидерландах.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Гномоническая проекция



- Эта азимутальная перспективная проекция использует центр Земли как точку перспективы. Все большие окружности представляют собой прямые линии, независимо от ориентировки проекции. Эту проекцию полезно использовать при разработке маршрутов навигации, поскольку большие окружности представляют маршруты с кратчайшим расстоянием.
- Точка касания - единичная точка в любом месте на глобусе.
- Полярная ориентировка (нормальная проекция) - Северный полюс или Южный полюс.
- Экваториальная ориентировка (поперечная проекция) - любая точка экватора.
- Косая ориентировка - любая другая точка.
- Линейные элементы картографической сетки - все меридианы и экватор.
- Искажение формы возрастает по мере удаления от центра; умеренное искажение наблюдается в пределах 30° от центральной точки.
- Искажение площади возрастает по мере удаления от центра; умеренное искажение наблюдается в радиусе 30° от центральной точки.
- Направление - точное - от центра. Ни одна из линий не имеет точного масштаба, и величина искажения возрастает по мере удаления от центра.
- Области использования: все ориентировки проекций – маршруты морской и воздушной навигации; полярная ориентировка - навигационные карты полярных регионов; экваториальная ориентировка - навигационные карты Африки и тропического региона Южной Америки.

АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ



Ортографическая проекция

- «Обозревает» земной шар из бесконечности. Это дает иллюзию трехмерного глобуса. Ортографическая проекция. Азимутальная перспективная проекция, точка перспективы которой находится в бесконечности. В полярной ориентировке меридианы отображаются прямыми линиями, радиально расходящимися из центра, а линии широт проецируются как концентрические окружности, расстояние между которыми уменьшается по направлению к краям. Одновременно без дублирования может быть показано только одно полушарие.
- Точка касания - единственная точка, расположенная где-либо на земном шаре.
- Линейные элементы картографической сетки: все виды проекций - центральный меридиан проекции; поперечная проекция (экваториальная ориентировка) - все параллели; нормальная проекция (полярная ориентировка) - все меридианы.
- Минимальные искажения формы в окрестностях центра проекции; максимальные искажения по краям.
- Масштаб площадей уменьшается по мере удаления от центра проекции. Масштаб площадей равен нулю по краям полушария.
- Истинное направление из центральной точки.
- Радиальный масштаб уменьшается по мере удаления от центра и равен 0 на краях. Масштаб вдоль линий, перпендикулярных радиусу (вдоль параллелей в нормальной проекции), является постоянным.
- Эта проекция чаще используется в эстетических целях, чем в технических. Наиболее часто используемая для данных целей проекция - косая.



ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Проекция Аитова



- Произвольная проекция, разработанная в 1889 г. для создания карт мира.
- Модифицированная азимутальная проекция. Меридианы отстоят друг от друга на одинаковое расстояние и являются вогнутыми по направлению к центральному меридиану. Центральный меридиан является прямой линией и равен половине длины экватора. Параллели - равноотстоящие кривые, вогнутые по направлению к полюсам.
- Линейные элементы картографической сетки - экватор и центральный меридиан.
- Искажения формы умеренные.
- Площадь - умеренные искажения.
- Направление искажено.
- Экватор и центральный меридиан - линии истинного масштаба.
- Ни равноугольная, ни равновеликая проекция. Подходит только для карт мира.

ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Звездообразная проекция Бергхауса



- Герман Бергхаус создал эту проекцию в 1879 году. Ее центр, как правило, расположен на северном полюсе, в таком случае искажения на материках минимальны. Вариант этой проекции находится на логотипе Американской Ассоциации Географов (AAG), который был спроектирован в 1911 году.
- Звездообразная проекция Бергхауса использует азимутальную равнопромежуточную проекцию для центральной полусферы. Другая половина Земли делится на пять треугольных частей, формирующих звезду вокруг центра-круга. Если широта начала координат находится на северном полюсе, параллели представляют собой круговые дуги, а меридианы - прямые линии, обрывающиеся на экваторе.
- Прямота линий широты и долготы зависит от выбранного центра проекции. Если центр находится на северном или южном полюсе, линии долготы прямые, с разрывами на экваторе, а линии широты представлены дугами окружности. Если широта начала координат находится на экваторе, прямыми являются экватор и центральный меридиан. Если широта начала координат находится где-то еще, прямой линией является только центральный меридиан. Для всех случаев, за исключением полярных, линии широты представлены сложными кривыми.
- Формы не сохраняются. Площади не сохраняются.
- Направления сохраняются от центральной точки через полушарие глобуса. В пределах "лучей" звезды направления не сохраняются.
- Расстояния для всех ориентировок точны по направлению от центральной точки. За пределами этой точки расстояния неточные. Пример: когда центр находится на полюсе, расстояния точны только по направлению от полюса к экватору.
- Подходит только для карт мира.

ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Триметрическая проекция Шамберлена

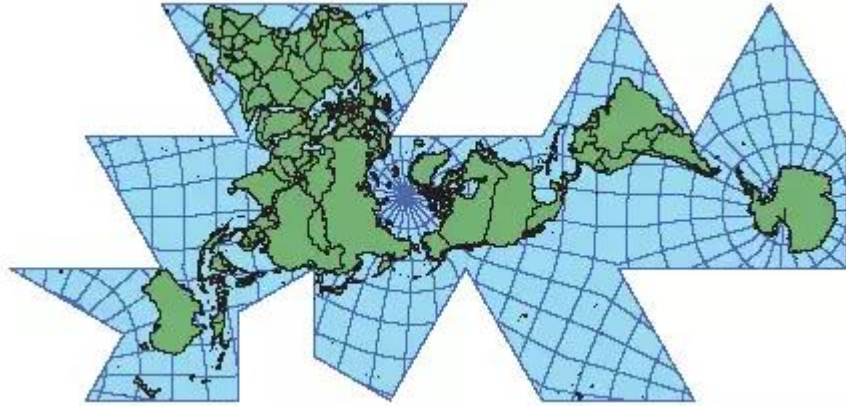


- Стандартная проекция, разработанная и используемая для картографирования континентов. Расстояние от трех заданных точек до любой другой точки является примерно правильным.
- Метод проецирования - видоизмененная проекция на плоскость
- Линейные элементы картографической сетки отсутствуют
- Искажение формы везде небольшое, если три точки расположены вблизи границ карты.
- Искажение площади везде небольшое, если три точки расположены вблизи границ карты.
- Направление - искажение невелико повсеместно
- Три выбранные исходные точки должны быть удалены на большие расстояния друг от друга и должны находиться вблизи границ карты.
- Используется Национальным географическим обществом США как стандартная картографическая проекция для большинства континентов.

ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

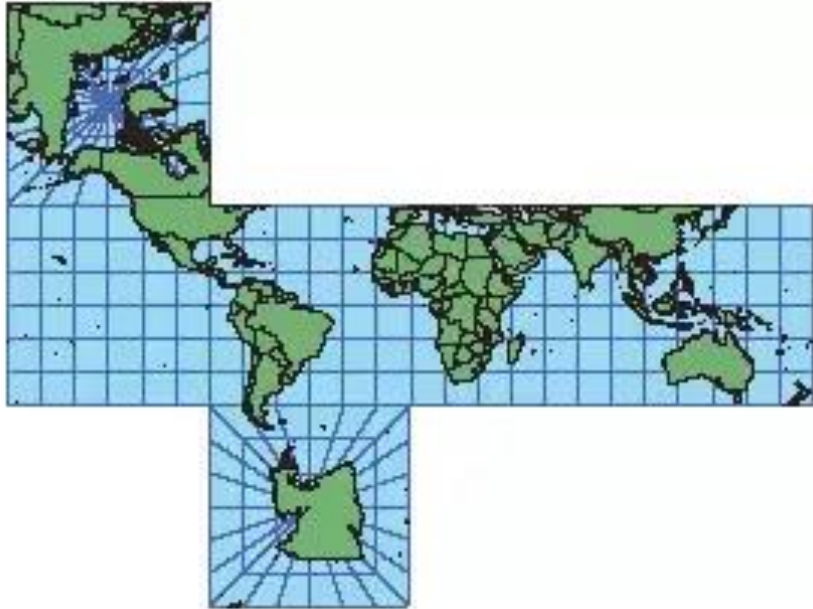
Проекция Фуллера

- Проекция преобразует глобус в 20-гранную фигуру, называемую икосаэдром. Каждая сторона представляет собой геодезический треугольник, который может быть преобразован в треугольник на плоскости. Грани икосаэдра развернуты на плоскость определенным образом, для поддержания непрерывности земной поверхности.
- Касательные являются ребрами сторон. В большинстве случаев, ни широта, ни долгота не являются прямыми.
- Искажения возрастают с увеличением расстояния от ребра грани. Так как проекция Фуллера состоит из 20 граней, которые преобразовываются индивидуально, общие искажения не велики.
- Искажения возрастают с увеличением расстояния от ребра грани.
- В основном направления искажены, в зависимости от ориентации грани. Углы внутри грани незначительно искажены из-за преобразования на плоскость геодезического треугольника.
- Масштаб корректен вдоль ребра грани.
- Направление на север не вертикально. Направления трудно идентифицировать без картографической сетки.
- Лучше всего использовать для демонстраций и в учебных целях.




ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

Кубическая проекция



- Многогранная проекция для приложения ArcGlobe.
- Земной шар преобразуется в шестигранную фигуру с квадратной стороной. Точки касания – полюса.
- Меридианы и параллели - прямые линии.
- Формы не сохраняются.
- Площадь не сохраняется.
- Между $+45^\circ$ и -45° широты, северное, южное, западное и восточное направления правильны, но в целом направления могут быть искажены. На гранях полюсов направления от полюсов истинны.
- Между $+45^\circ$ и -45° широты масштаб является истинным вдоль меридиана. На гранях полюсов только центральный меридиан имеет корректный масштаб.
- Не рекомендована для картографии.
- Используется в ArcGlobe. Подходит для учебного процесса.



**4. ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ
ПРОЕКЦИЯХ (ФОРМ, ПЛОЩАДЕЙ,
УГЛОВ И ДЛИН)**

ПРОЕКЦИИ КАРТ

Картографическая проекция - математически определенный способ отображения поверхности Земли (либо любой искривлённой поверхности) на плоскость.

Суть проекций связана с тем, что фигуру небесного тела (для Земли - геоид, для простоты обычно считааемый эллипсоидом вращения), не развёртываемую в плоскость, заменяют на другую фигуру, развёртываемую на плоскость. При этом с эллипсоида на другую фигуру переносят сетку параллелей и меридианов. Вид этой сетки бывает разный в зависимости от того, какой фигурой заменяется эллипсоид.

Картографическая проекция

Проекция устанавливает однозначное соответствие между географическими координатами точек (широтой B и долготой L) и их прямоугольными координатами (X и Y) на карте. Уравнения проекций в общей форме выглядят предельно просто:

$$X = f_1(B, L); Y = f_2(B, L)$$

Конкретные реализации функций f_1 и f_2 часто выражены довольно сложными математическими зависимостями, их число бесконечно, а следовательно, разнообразие картографических проекций практически неограниченно.

Исходная аксиома при изыскании любых картографических проекций состоит в том, что сферическую поверхность Земного шара (эллипсоида, глобуса) нельзя развернуть на плоскости карты без искажений.

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

В картографических проекциях могут присутствовать следующие виды искажений:

- **искажения длин** — вследствие этого масштаб карты непостоянен в разных точках и по разным направлениям, а длины линий и расстояния искажены;
- **искажения площадей** — масштаб площадей в разных точках карты различен, что является прямым следствием искажений длин и нарушает размеры объектов;
- **искажения углов** — углы между направлениями на карте искажены относительно тех же углов на местности;
- **искажения форм** — фигуры на карте деформированы и не подобны фигурам на местности, что прямо связано с искажениями углов.

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

В результате растяжений или сжатий в картографическом изображении возникают искажения в длинах μ , площадях ρ , углах ω и формах k . В связи с этим масштаб карты, характеризующий степень уменьшения объектов при переходе от натуры к изображению, не остается постоянным: он меняется от точки к точке и даже в одной точке по разным направлениям.

Это означает, что на карте присутствует 2 вида масштаба: главный и частный.

Главный масштаб подписывается на карте, но на самом деле это масштаб исходного эллипсоида, развертыванием которого в плоскость карта и получена.

Частный масштаб меняется от точки к точке, и даже в одной точке он может быть разным в разных направлениях.

Для наглядного изображения частных масштабов вводят эллипс искажения.

ЗНАЧЕНИЯ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИСКАЖЕНИЯ НА КАРТАХ

Частные масштабы по параллели и меридиану;

Искажения длин по меридиану m и параллели n ;

Величина угла θ между меридианом и параллелью и его отклонение ε от 90° ;

Искажения площадей p ;

Наибольший a и наименьший b масштабы;

Наибольшее искажение углов ω ;

Искажения форм, k .

ЗНАЧЕНИЯ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ИСКАЖЕНИЯ НА КАРТАХ

Для вычисления по величинам m , n и углу θ значений ε , a , b , p , ω и k применяют следующие формулы:

$$\varepsilon = |\theta - 90^\circ|;$$

$$p = mn \cos \varepsilon;$$

$$a + b = \sqrt{m^2 + 2p + n^2}; \quad a - b = \sqrt{m^2 - 2p + n^2};$$

$$a = \frac{(a+b) + (a-b)}{2}; \quad b = \frac{(a+b) - (a-b)}{2};$$

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}.$$

Если главные направления совпадают с меридианами и параллелями, т.е. когда параллели и меридианы сетки взаимно перпендикулярны, то формулы приобретают вид

$$p = mn;$$

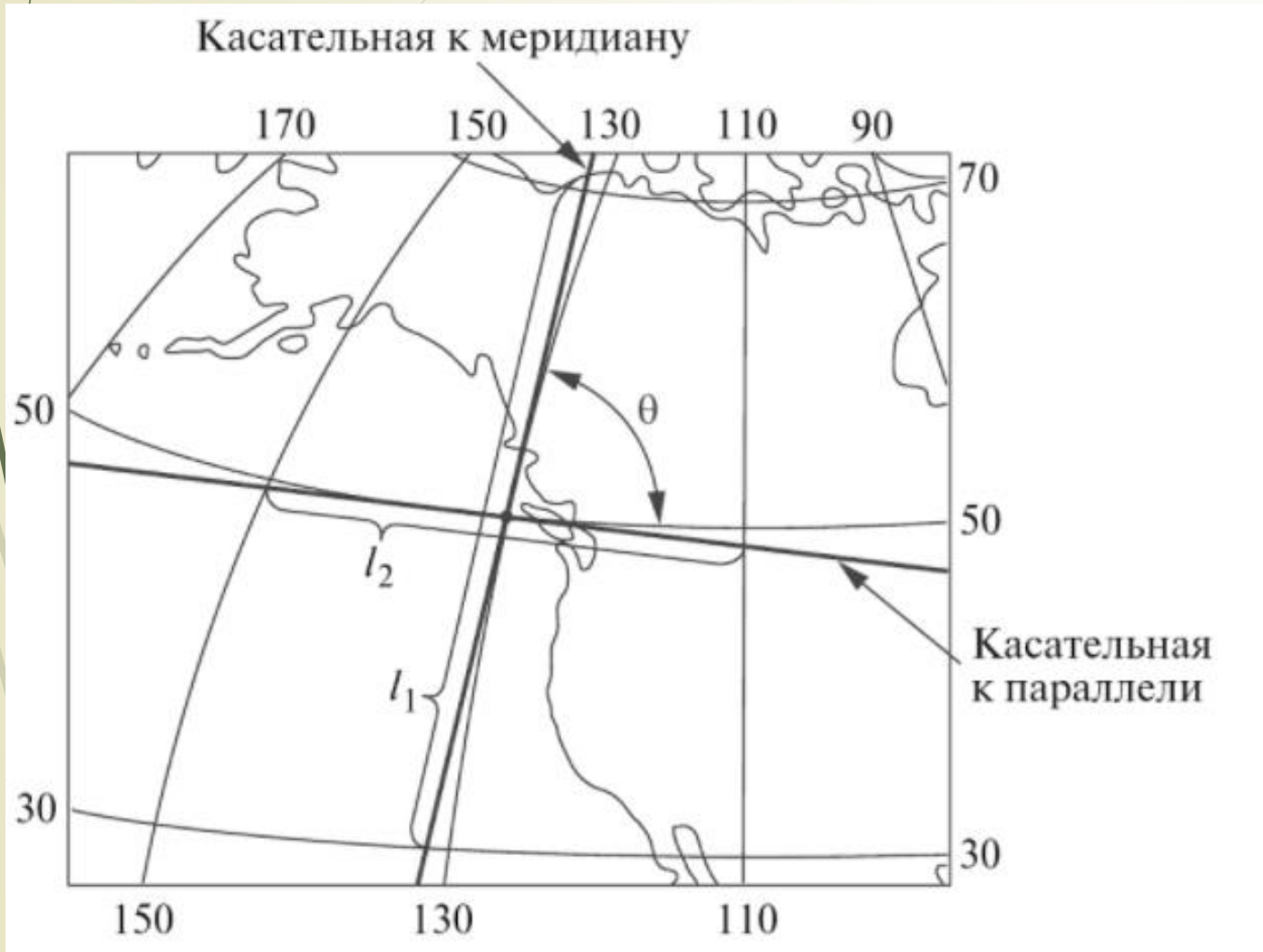
$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{m-n}{m+n}.$$

Частные масштабы по меридиану m и параллели n выражаются в долях главного масштаба с точностью до 0,01 по формулам:

$$m = \frac{l_1}{L_1} \cdot M; \quad n = \frac{l_2}{L_2} \cdot M$$

где M — знаменатель главного масштаба карты.

Схема определения длин касательных l_1 и l_2 , а также угла θ на карте между ними



При наличии картографической сетки величина искажений может быть определена на любом участке карты. Для этого достаточно определить в соответствующем месте карты масштабы длин по меридиану m и параллели n , выраженные в долях главного масштаба, и измерить угол θ между параллелью и меридианом.

Схема определения длин касательных l_1 и l_2 , а также угла θ на карте между ними



При определении искажений в точке с заданными координатами φ и λ на первом этапе следует найти частные масштабы по меридиану m и параллели n . Для этого с помощью циркуля-измерителя и линейки определяют по карте (с точностью до 0,1 мм) длины отрезков касательных к меридиану l_1 и параллели l_2 , на которых лежит данная точка. Измерения производятся по меридиану к северу и к югу, по параллели — к востоку и западу до соседних к данной точке параллелей и меридианов соответственно (рис. 3). Соответствующие им длины L_1 и L_2 на эллипсоиде находят по таблице длин дуг параллелей и меридианов на эллипсоиде Красовского.

Далее с помощью транспортира измеряется угол θ между касательными к меридиану и параллели в данной точке с точностью до 0,1° и определяется его отклонение ε от прямого угла.

Результаты расчета величин искажений на картах

3		Карта мира («Географический атлас для учителей средней школы»)		Карта мира («Учебный атлас мира»)	
4	Название карты, атласа				
5	Координаты точки	20° с.ш. 80° в.д.	40° с.ш. 140° в.д.	40° с.ш. 160° в.д.	60° с.ш. 20° в.д.
6	Знаменатель главного масштаба	100000000	100000000	120000000	120000000
7	Длина дуги меридиана на карте (м)	0,0525	0,059	0,0485	0,046
8	Длина дуги параллели на карте (м)	0,04	0,036	0,0275	0,0225
9	Действительная длина дуги меридиана (м)	4429607	4441783	4441783	4455686
10	Действительная длина дуги параллели (м)	4185960	3415800	3415800	2232040
11	Знаменатель частного масштаба по меридиану	84373467	75284458	91583155	96862739
12	Знаменатель частного масштаба по параллели	104649000	94883333	124210909	99201778
13	Искажение длин по меридиану (m)	1,19	1,33	1,31	1,24
14	Искажение длин по параллели (n)	0,96	1,05	0,97	1,21
15	Искажение угла между меридианом и параллелью (с)	6,0	22,0	20,0	17,5
16	Искажение площадей (p)	1,13	1,30	1,19	1,43
17	Наибольший масштаб (a)	1,20	1,43	1,38	1,40
18	Наименьший масштаб (b)	0,94	0,91	0,86	1,02
19	Наибольшее искажение углов (ω)	13,7	26,1	26,9	17,8
20	Искажение форм (k)	1,27	1,58	1,60	1,37

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

На картах всегда подписывается главный масштаб. Отношение частного масштаба к главному характеризует искажение длин μ :

- $\mu = ds / ds'$

Величина μ есть отношение длины бесконечно малого отрезка на карте к длине соответствующего ему бесконечно малого отрезка на поверхности эллипсоида или шара.

Аналогично определяется искажение площади ρ :

- $\rho = dp / dp'$

как отношение бесконечно малых площадей на карте и на эллипсоиде или шаре.

Показатель искажения площадей (ρ) вычисляют и как произведение наибольшего и наименьшего показателей искажения длин в данном месте карты:

- $\rho = a \times b$

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

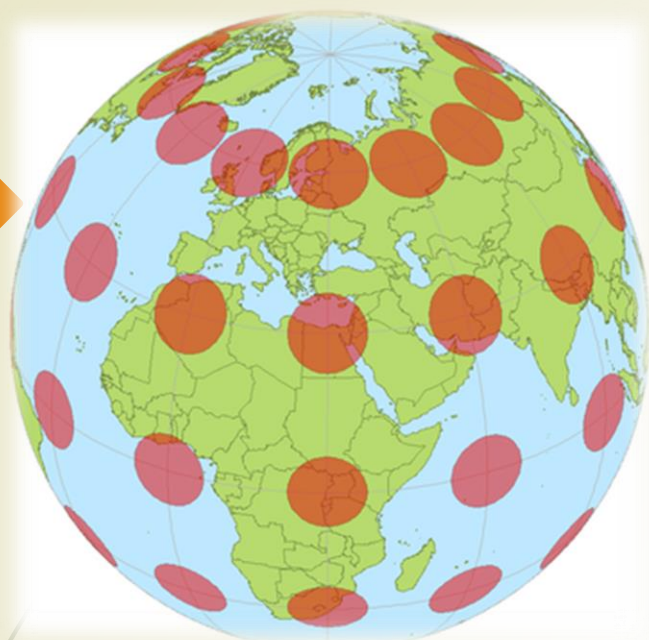
Искажением угла ω называется наибольшее из всех возможных значение разности между углом, образованным двумя линиями на эллипсоиде, и изображением этого угла на карте u :

- $\omega = |u - u'| \max$

Искажение форм k напрямую связано с искажениями углов (конкретным значениям ω соответствуют определенные значения k) и характеризует деформацию фигур на карте по отношению к соответствующим фигурам на местности:

- $k = a / b$

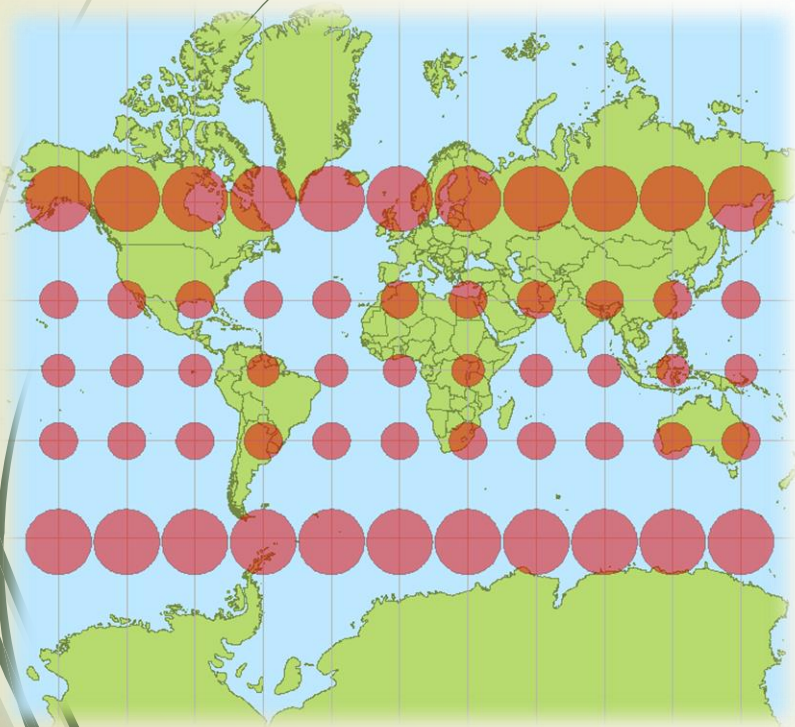
ЭЛЛИПС ИСКАЖЕНИЯ



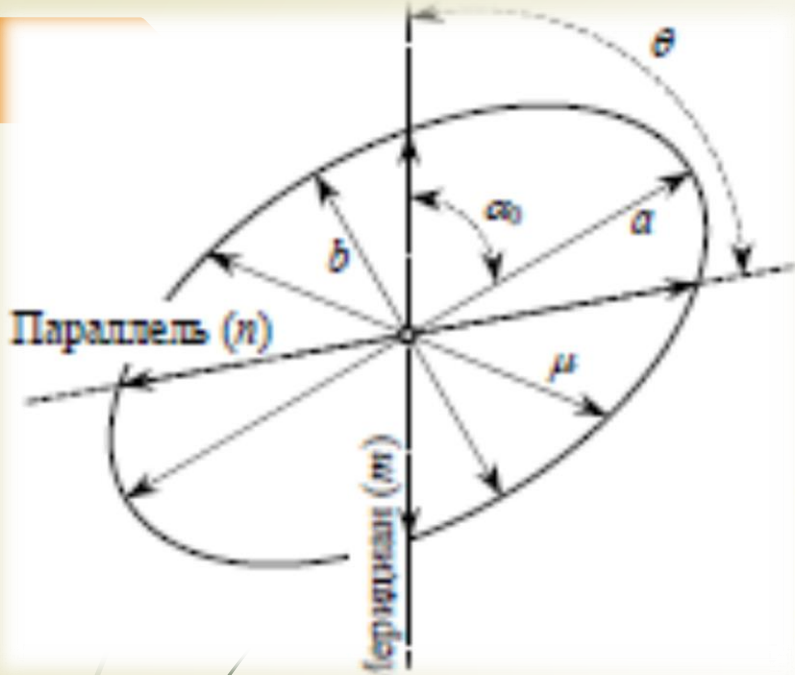
Эллипс искажения (индикатриса Тиссо) - бесконечно малый эллипс в каждой точке на карте, являющийся изображением бесконечно малой окружности на поверхности эллипсоида или шара, с помощью которого производится обобщённая характеристика искажений картографических проекций.

В середине XIX века французский картограф Николя Огюст Тиссо предложил представлять искажения карты с помощью бесконечно малых эллипсов, являющихся отображением бесконечно малых окружностей на поверхности Земли.

В точке нулевых искажений эллипс становится окружностью такого же размера. **Изменение формы эллипса отражает степень искажения углов и расстояний, а размера - степень искажения площадей.**



ЭЛЛИПС ИСКАЖЕНИЯ



a – направление наибольшего растяжения масштабов; α_0 – азимут этого направления; b – направление наибольшего сжатия масштабов; m – частный масштаб по меридиану; n – частный масштаб по параллели; μ – частный масштаб по произвольному направлению; θ – угол, образованный меридианом и параллелью на карте.

Искажения на географических картах тем больше, чем больше изображаемая территория, а в пределах одной карты искажения возрастают с удалением от центра к краям карты, причем скорость нарастания меняется по разным направлениям.

О размерах искажений позволяет судить **эллипс искажений**. Если с поверхности эллипсоида (или шара) перенести на плоскость окружность бесконечно малого радиуса, то в результате искажений она изобразится бесконечно малым эллипсом.

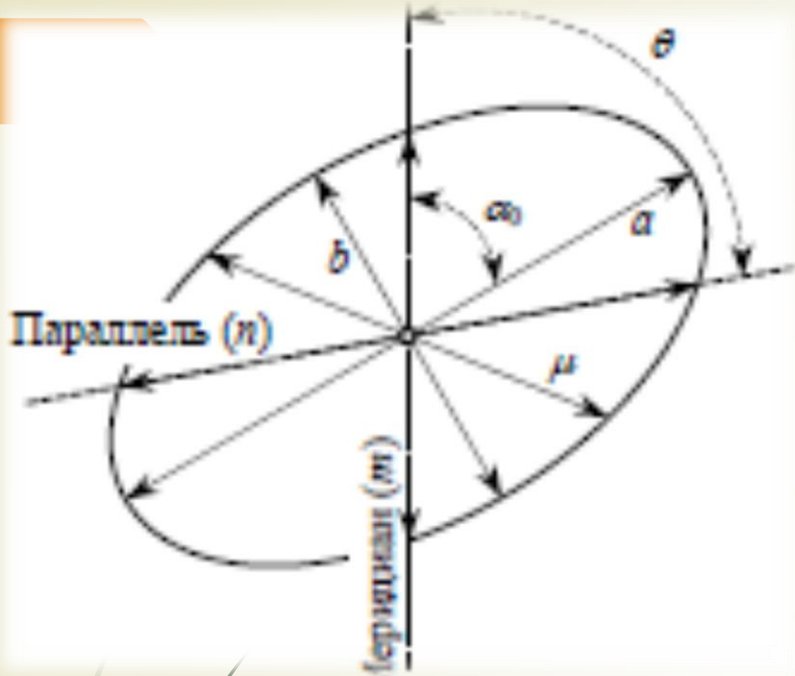
Размеры и степень вытянутости этого эллипса по сравнению с окружностью отражают все виды искажений, свойственные карте в этом месте.

Радиусы эллипса соответствуют частным масштабам в данной точке; поскольку величина радиуса не остается постоянной по разным направлениям, меняются и частные масштабы.

Наибольший масштаб в эллипсе искажений совпадает с направлением большой оси эллипса, а наименьший – с направлением малой оси. Эти направления называются главными направлениями.

Экстремальные масштабы по главным направлениям обозначают соответственно через a и b . В общем случае главные направления могут не совпадать с меридианами и параллелями; тогда частный масштаб по меридиану обозначают через m , а по параллели – через n .

ЭЛЛИПС ИСКАЖЕНИЯ



a – направление наибольшего растяжения масштабов; α_0 – азимут этого направления; b – направление наибольшего сжатия масштабов; m – частный масштаб по меридиану; n – частный масштаб по параллели; μ – частный масштаб по произвольному направлению; θ – угол, образованный меридианом и параллелью на карте.

Определив величины m и n , а также измерив угол θ , под которым пересекаются на карте меридиан и параллель, всегда можно рассчитать значения наибольшего a и наименьшего b частных масштабов длин, частный масштаб длины μ вдоль заданного направления, частный масштаб площадей p , искажение форм k , а также величины искажения углов ω и азимута направления наибольшего частного масштаба α_0 в данной точке.

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

Значения m , n , a , b и p измеряют в процентах или в долях главного масштаба. Например, если $a = 1,14$, то это означает, что частный масштаб по направлению большой оси эллипса искажений составляет 1,14 (или 114 %) от главного масштаба.

Иногда в качестве показателей искажений используют величины их отклонений от единицы, которые называют **относительными искажениями**. Если, например, $a - 1 = 0,14$, то это значит, что частный масштаб вдоль большой оси эллипса искажений преувеличен относительно главного масштаба на 0,14 (или на 14%).

Точно так же **частный масштаб может оказаться меньше главного**, например, $b = 0,75$ (75%), т.е. масштаб преуменьшен на 0,25 (на 25%).

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

В ряде проекций существуют линии и точки, где искажения отсутствуют и сохраняется главный масштаб карты, - это **линии и точки нулевых искажений**. Для наиболее употребительных проекций существуют специальные вспомогательные карты, на которых показаны эти линии и точки, а кроме того, проведены **изоколы - линии равных искажений длин, площадей, углов или форм**.

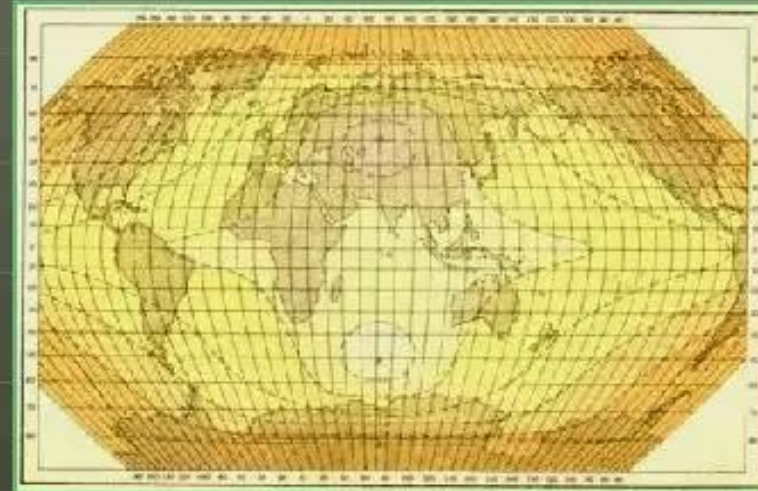
При определении размеров искажений в заданной точке можно воспользоваться **картами изоколов** либо провести несложные измерения, а затем - вычисления.

Форма изоколов зависит от вида проекции. В конических проекциях изоколы имеют форму дуг, в азимутальных - concentрических окружностей, в цилиндрических - параллельных линий.

Изоколы в проекции Гаусса-Крюгера имеют вид овалов, вытянутых вдоль осевого меридиана; в пределах отдельных листов карт они имеют вид прямых.

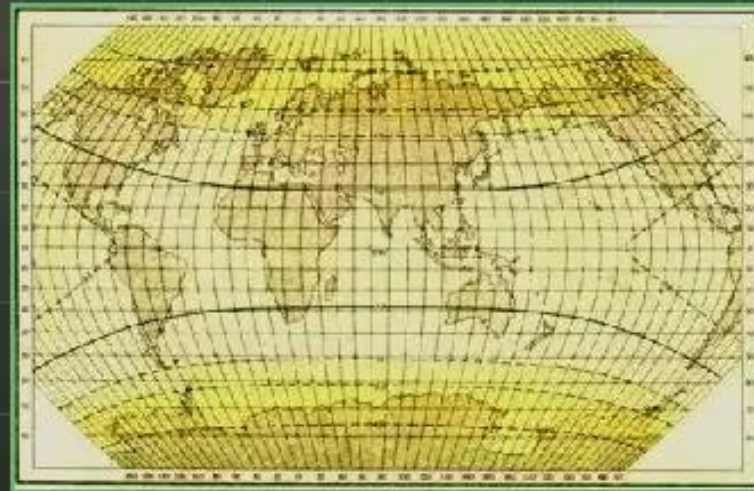
ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

ИЗОКОЛЫ – ЛИНИИ РАВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

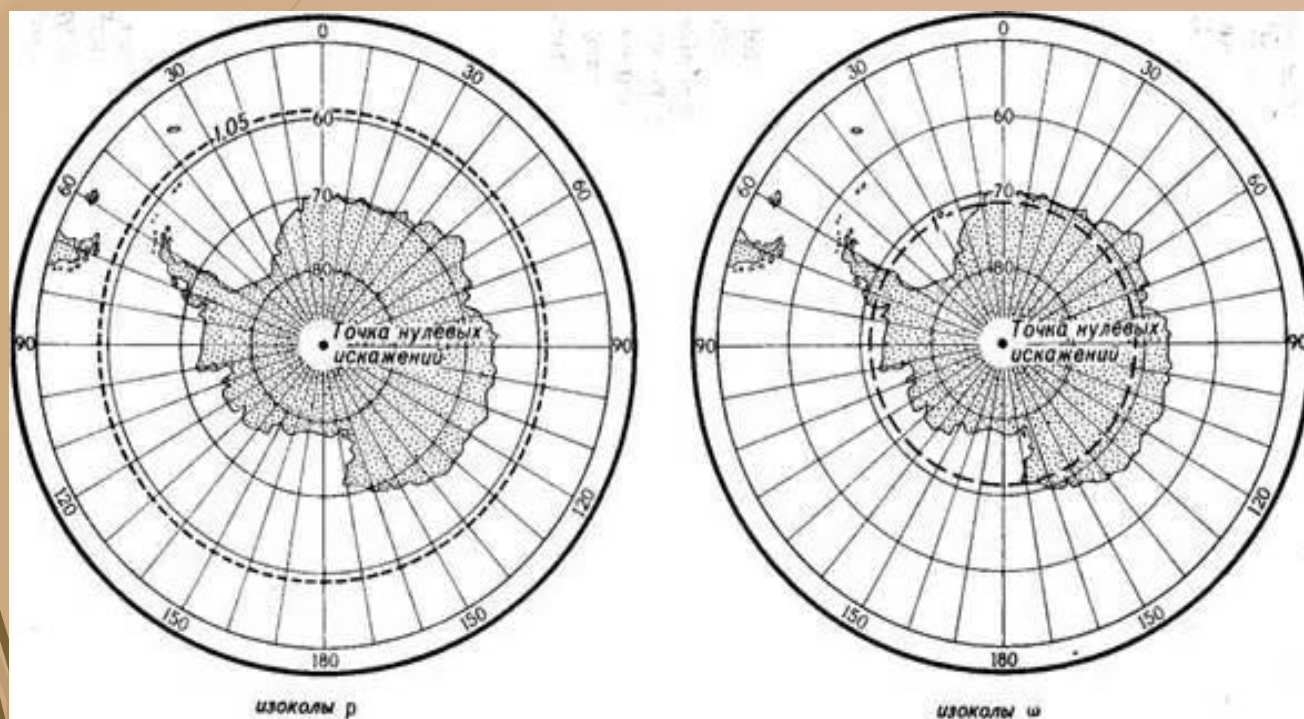


Псевдоцилиндрические
проекции
для карт Мира

с изоколами,
отражающими
искажения углов, форм
и площадей

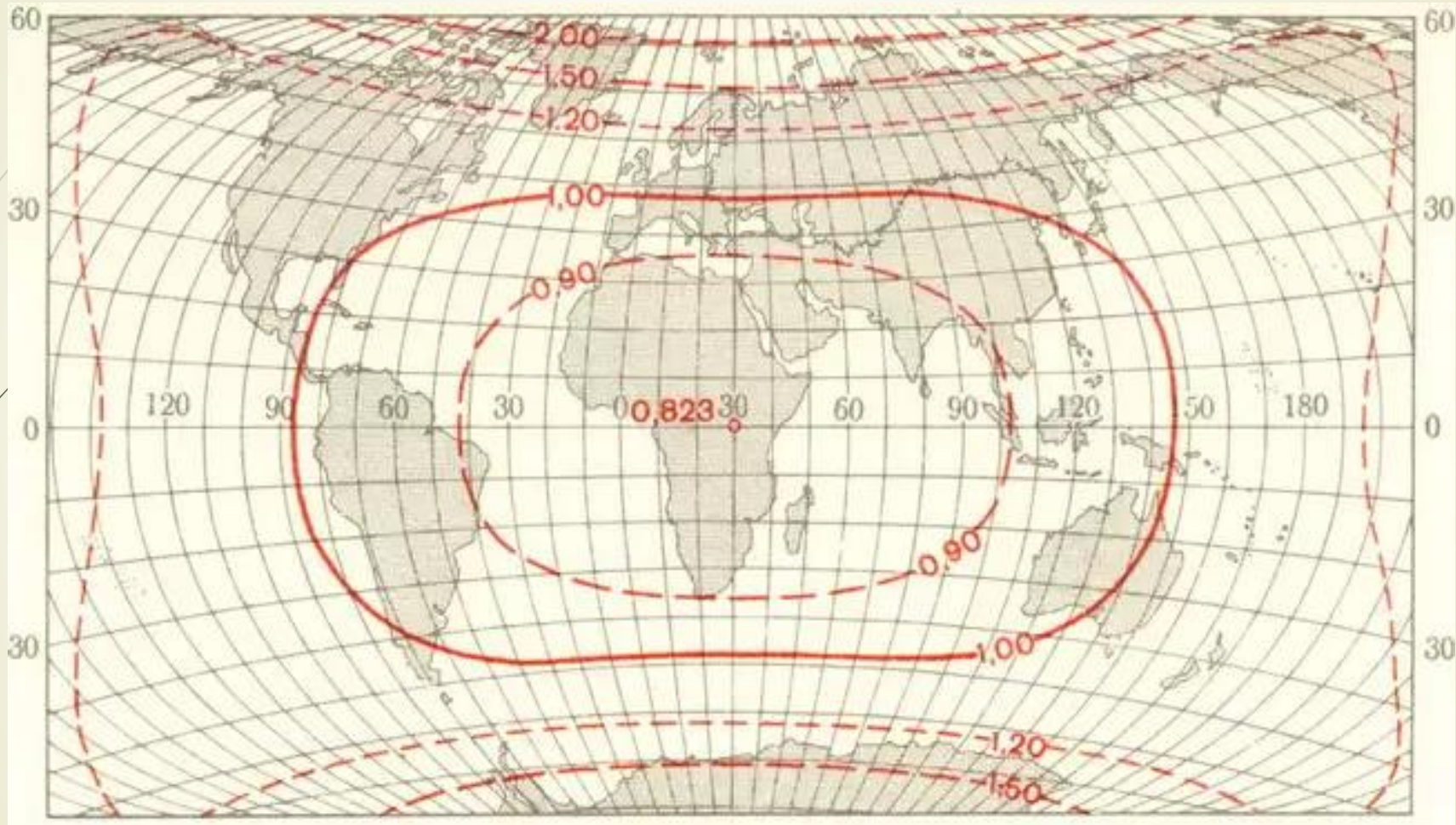


ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ



Карта Антарктиды в нормальной азимутальной проекции с изоколами масштаба площадей и наибольшего искажения углов

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ



Изоколы наибольших искажений углов

ИСКАЖЕНИЯ В КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ


Искажения углов логически вытекают из искажения длин. За характеристику искажений углов на карте принимают разность углов между направлениями на карте и соответствующими направлениями на поверхности эллипсоида.

За показатель искажения углов между линиями картографической сетки принимают величину отклонения их от 90° и обозначают его греческой буквой ε (эпсилон):

$\varepsilon = \theta - 90^\circ$, где θ (тэта) – измеренный на карте угол между меридианом и параллелью.

Частный масштаб площадей p можно вычислить по произведению:

$p = m \times n \times \cos \varepsilon$, где ε (эпсилон) – величина отклонения угла пересечения картографической сетки от 90° .



**5. РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ.
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ
КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ.
КООРДИНАТНЫЕ СЕТКИ**


РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

Распознавание проекции, в которой составлена карта, - установление ее названия, определение принадлежности к тому или иному виду, классу. Это нужно для того, чтобы иметь представление о свойствах проекции, характере, распределении и величине искажений - чтобы знать, как пользоваться картой, чего от нее можно ожидать.

Нормальные проекции сразу распознаются по виду меридианов и параллелей. Легко узнаваемы нормальные цилиндрические, псевдоцилиндрические, конические, азимутальные проекции.

Произвольные проекции труднораспознаваемы, потребуются специальные измерения по карте, чтобы выявить их равноугольность, равновеликость или равнопромежуточность по одному из направлений.

РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ



Для распознавания проекций существуют особые приемы: сперва устанавливают форму рамки (прямоугольник, окружность, эллипс), определяют, как изображены полюсы, затем измеряют расстояния между соседними параллелями вдоль по меридиану, площади соседних клеток сетки, углы пересечения меридианов и параллелей, характер их кривизны и т.п.

Существуют специальные таблицы-определители проекций для карт мира, полушарий, материков и океанов.

Проведя необходимые измерения по сетке, можно отыскать в такой таблице название проекции.

Это дает представление о ее свойствах, позволяет оценить возможности количественных определений по данной карте, выбрать соответствующую карту с изоколами для внесения поправок.

РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

Определитель проекций картографических сеток карт полушарий

Каковы линиями изображаются параллели	Как изменяются промежутки по среднему (прямо-му) меридиану и экватору от центра полушария к его краям	Какой линией изображается экватор	Название проекции
окружностями или дугами окружностей	увеличиваются от 1 приблизительно до 2	прямой	поперечная азимутальная равноугольная (стереографическая) проекция
		окружностью	нормальная азимутальная равноугольная (стереографическая) проекция
	равны	окружностью	нормальная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
	уменьшаются от 1 до 0,9	окружностью	нормальная азимутальная равновеликая проекция Ламберта
прямыми	сильно уменьшаются	прямой	поперечная азимутальная ортографическая проекция
кривыми, увеличивающими кривизну с удалением от среднего меридиана к крайним	уменьшаются от 1 приблизительно до 0,7	прямой	поперечная азимутальная равновеликая проекция Ламберта
	уменьшаются от 1 приблизительно до 0,8		поперечная азимутальная проекция Гинзбурга
	равны		поперечная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
	увеличиваются от 1 приблизительно до 2	кривой	косая азимутальная равноугольная (стереографическая) проекция
	уменьшаются от 1 приблизительно до 0,9		косая азимутальная равновеликая проекция Ламберта

РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

Определитель проекций картографических сеток карт материков и их крупных частей

Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану от центра материка к северу и к югу	Какими линиями изображаются параллели и меридианы	Как изменяются промежутки между соседними параллелями с удалением от среднего меридиана к западу и к востоку	Какой линией изображается экватор	Название проекции
уменьшаются	параллели и меридианы – кривыми, увеличивающимися кривизну с удалением от среднего (прямого) меридиана к западу и к востоку	увеличиваются	кривой	косая азимутальная равновеликая проекция Ламберта
			прямой	поперечная азимутальная равновеликая проекция Ламберта
	параллели – концентрическими окружностей, меридианы – прямыми	уменьшаются	окружностью	нормальная азимутальная равновеликая проекция Ламберта
равны	параллели – прямыми, меридианы – кривыми	остаются постоянными	прямой	равновеликая псевдоцилиндрическая синусоидальная проекция Сансона
	параллели – дугами концентрических окружностей, меридианы – кривыми		дугой окружности	равновеликая псевдоконическая проекция Бонна
	параллели – концентрическими окружностями, меридианы – прямыми		окружностью	нормальная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
	параллели – дугами концентрических окружностей, меридианы – прямыми		дугой окружности	нормальная коническая равноугольная проекция Каврайского 1934 года
увеличиваются	параллели – концентрическими окружностями, меридианы – прямыми	остаются постоянными	окружностью	нормальная азимутальная равноугольная (стереографическая) проекция
	кривыми	увеличиваются	кривой	косая азимутальная равноугольная (стереографическая) проекция

РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

Определитель проекций картографических сеток карт океанов

Какова форма рамки	Какими линиями изображаются параллели и меридианы	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану с удалением от экватора	Название проекции
рамка – окружность	параллели – концентрическими окружностями, меридианы – прямыми	увеличиваются	нормальная азимутальная равноугольная (стереографическая) проекция
		равны	нормальная азимутальная равнопромежуточная проекция Постеля
сетка и рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	прямыми	сильно увеличиваются: между параллелями 70 и 80° приблизительно в четыре с половиной раза больше, чем между экватором и параллелью 10°	нормальная цилиндрическая равноугольная проекция Меркатора
		увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 2,6 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	нормальная цилиндрическая проекция Урмьева 1945 года
		увеличиваются: между параллелями 60 и 80° приблизительно в 1,8 раза больше, чем между экватором и параллелью 20°	нормальная цилиндрическая проекция Урмьева 1948 года
рамка – прямоугольник, полюс в рамке карты не изображается	параллели – прямыми, меридианы – кривыми	незначительно уменьшаются	псевдоцилиндрическая синусоидальная проекция Урмьева (с небольшими искажениями площадей)
		уменьшаются: между параллелями 70 и 80° в 2,1 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	псевдоцилиндрическая синусоидальная равновеликая проекция Урмьева
	кривыми	незначительно уменьшаются: между параллелями 60 и 70° в 1,1 раза меньше, чем между экватором и параллелью 10°	поперечная с овальными изоколами проекция ЦНИИГ АиК
рамка – прямоугольник, полюс изображается рядом прямым	параллели – прямыми, меридианы – кривыми	сохраняются равными	псевдоцилиндрическая эллиптическая проекция Каврайского
		сильно уменьшаются: между параллелями 80 и 90° более чем в пять раз меньше, чем между экватором и параллелью 10°	псевдоцилиндрическая синусоидальная равновеликая проекция Каврайского

РАСПОЗНАВАНИЕ ПРОЕКЦИЙ

Определитель проекций картографических сеток карт бывшего СССР и РФ

Какими линиями изображаются меридианы и параллели	Как изменяются промежутки между параллелями по среднему (прямому) меридиану	Дополнительные указания о проекции	Название проекции
параллели – дугами концентрических окружностей, меридианы – прямыми	увеличиваются от средней широты к северу и к югу	точка Северного полюса может быть получена в пересечении меридианов	нормальная равноугольная коническая проекция Ламберта-Гаусса
	равны	точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой 90° примерно на величину 3°	нормальная коническая равнопромежуточная проекция Кравцовского
		точка пересечения меридианов отстоит от дуги с широтой 90° примерно на величину 6°	нормальная коническая равнопромежуточная проекция Каврайского
параллели и меридианы – кривыми	увеличиваются к северу, между полюсом и параллелью 80° в 1,3 раза больше, чем между параллелями 40 и 50°	прямой меридиан – 100° восточной долготы; сетка зрительно передает шарообразность Земли	косая перспективно-цилиндрическая проекция Соловьева
	равны	прямой меридиан – 120° восточной долготы; многие меридианы меняют направление выпуклости	косая цилиндрическая равнопромежуточная проекция ЦНИИГАиК
	практически равны	прямой меридиан – 90° восточной долготы	косая азимутальная проекция ЦНИИГАиК
	незначительно уменьшаются от средней широты к северу и к югу	прямой меридиан – 100° восточной долготы; многие меридианы меняют направление выпуклости	косая перспективно-цилиндрическая проекция ЦНИИГАиК
параллели – дугами эксцентрических окружностей, меридианы – кривыми	уменьшаются от юга к северу: между полюсом и параллелью 80° составляют 0,9 величины расстояния между параллелями 40 и 50°	прямой меридиан – 90° восточной долготы	видоизмененная поликоническая проекция Салмановой

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

На выбор проекций влияют факторы, которые можно сгруппировать следующим образом:

- **географические особенности** картографируемой территории, ее положение на Земном шаре, размеры и конфигурация;
- **назначение, масштаб и тематика** карты, предполагаемый круг потребителей;
- **условия и способы использования** карты, задачи, которые будут решаться по карте, требования к точности результатов измерений;
- **особенности самой проекции** — величины искажений длин, площадей, углов и их распределение по территории, форма меридианов и параллелей, их симметричность, изображение полюсов, кривизна линий кратчайшего расстояния.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Первые три группы факторов задаются изначально, четвертая — зависит от них. Например, указывается, что создается настенная карта России для средней школы — значит, территория расположена в средних широтах, масштаб карты не крупнее 1:4 000 000—1:5 000 000, измерения по ней производиться не будут, но желательно не иметь значительных искажений форм и площадей. При отсутствии каких-либо дополнительных условий скорее всего будет избрана одна из равнопромежуточных конических проекций.

Если составляется карта, предназначенная для навигации, обязательно должна быть использована равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора.

Если картографируется Антарктида, то почти наверняка будет принята нормальная (полярная) азимутальная проекция и т.д.

Значимость названных факторов может быть различной: в одном случае на первое место ставят наглядность (например, для настенной школьной карты), в другом — особенности использования карты (навигация), в третьем — положение территории на земном шаре (полярная область).

Возможны любые комбинации, а следовательно — и разные варианты проекций..

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Если составляется карта, предназначенная для навигации, обязательно должна быть использована равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора.

Если картографируется Антарктида, то почти наверняка будет принята нормальная (полярная) азимутальная проекция и т.д.

Значимость названных факторов может быть различной: в одном случае на первое место ставят наглядность (например, для настенной школьной карты), в другом — особенности использования карты (навигация), в третьем — положение территории на земном шаре (полярная область).

Возможны любые комбинации, а следовательно — и разные варианты проекций.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Карты мира обычно составляют в цилиндрических, псевдоцилиндрических и поликонических проекциях. Для уменьшения искажений часто используют секущие цилиндры, а псевдоцилиндрические проекции иногда дают с разрывами на океанах.

Карты полушарий всегда строят в азимутальных проекциях. Для западного и восточного полушарий естественно выбирать поперечные (экваториальные), для северного и южного полушарий — нормальные (полярные) азимутальные проекции, для материкового и океанического полушарий — косые азимутальные проекции.

Карты материков Европы, Азии, Северной Америки, Южной Америки, Австралии с Океанией чаще всего строят в равновеликих косых азимутальных проекциях, для Африки берут поперечные, а для Антарктиды — нормальные азимутальные.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Карты отдельных стран, административных областей, провинций, штатов выполняют в косых равноугольных и равновеликих конических или азимутальных проекциях. Для небольших по площади районов задача выбора проекции теряет актуальность, можно использовать разные равноугольные проекции, имея в виду, что искажения площадей на малых территориях все равно почти неощутимы.

Топографические карты в странах постсоветского пространства создают в поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера, **в США и других западных странах** — в универсальной поперечно-цилиндрической проекции Меркатора (сокращенно UTM). Обе проекции близки по своим свойствам; по существу та и другая являются многополосными.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

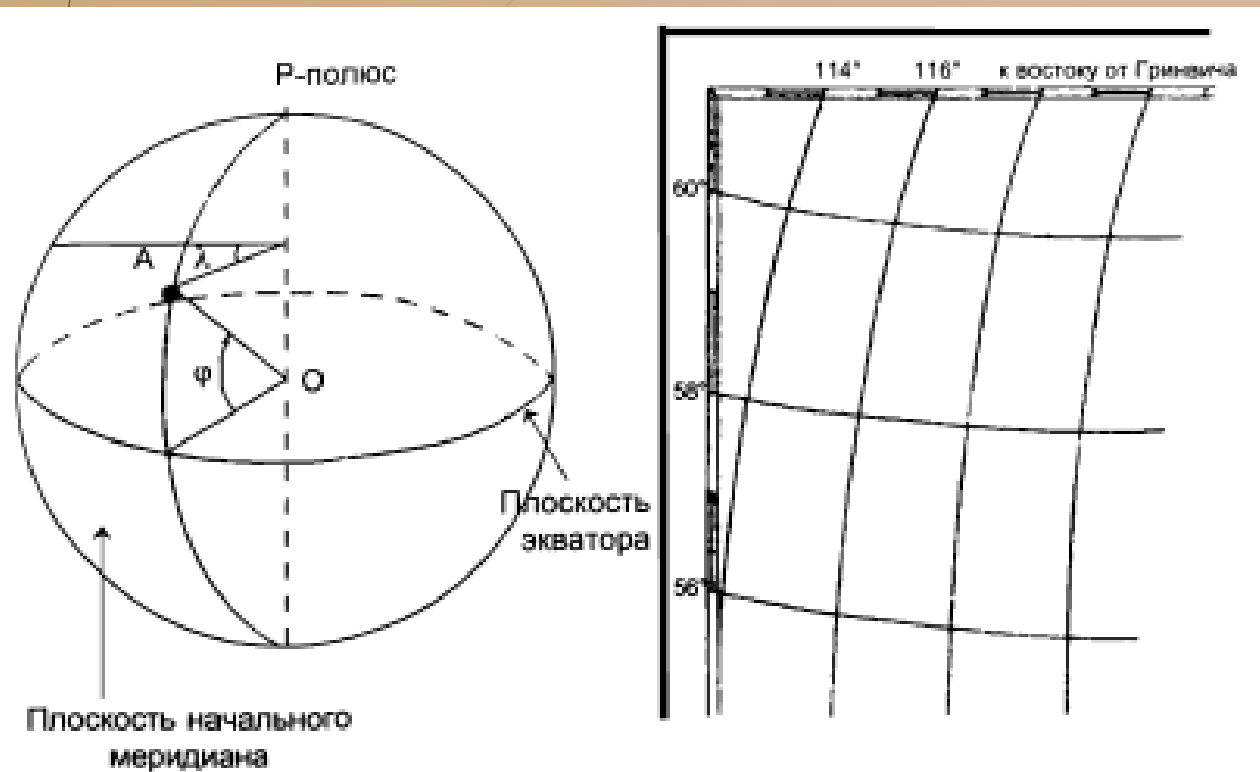
Морские и аэронавигационные карты всегда даются исключительно в цилиндрической проекции Меркатора, а **тематические карты морей и океанов** создают в самых разнообразных, иногда довольно сложных проекциях.

При выборе проекции, в особенности для тематических карт, следует иметь в виду, что обычно искажения на карте минимальны в центре и быстро возрастают к краям. Кроме того, чем мельче масштаб карты и обширнее пространственный охват, тем большее внимание приходится уделять «математическим» факторам выбора проекции, и наоборот — для малых территорий и крупных масштабов более существенными становятся «географические» факторы.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

	Равноугольные	Равновеликие	Равнопромежуточные
Конические	Территории, вытянутые вдоль параллелей. Для карт СНГ, республик, областей, отдельных государств, расположенных в средних широтах, а также для аэронавигационных карт.	Только для карт мелкого масштаба, для территорий, вытянутых не более 6° вдоль меридиана. Целесообразно применять не эллипсоид, а шар.	Для карт мелкого и среднего масштаба, для сельскохозяйственных карт. Для карты на территорию СНГ в масштабе 1:2500000 – применяется проекция Каврайского с 2 главными параллелями $\varphi_1 = 47^\circ$ $\varphi_2 = 62^\circ$
Цилиндрические	Для создания морских навигационных карт, а также для обзорных карт мира.	Для обзорных карт на экваториальную зону или узкую полосу, вытянутую вдоль параллелей. Эллипсоид принимают за шар. Удобны при создании карт по материалам космической съемки.	Для карт, вытянутых вдоль параллелей и на экваториальную зону. При вытянутости по широте применяют поперечные цилиндрические проекции Если территория близка к форме круга – косые проекции.
Азимутальные	Для карт звездного неба. Для изображения Арктики и Антарктики, южного и северного полушарий. Для восточного и западного полушарий – косые и поперечные	Для мелкомасштабных карт при изображении приполярных областей, полушарий и материков.	Для карт Арктики и Антарктики

ВЫБОР КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ



Координатные сетки — важный элемент математической основы карт. Они необходимы для ориентирования по карте, определения направлений (азимуты, румбы, дирекционных углов), прокладки маршрутов, нанесения элементов содержания, нанесения новых объектов по их координатам и снятия с карты координат объектов. Наличие сетки позволяет судить о масштабе карты, о виде проекции и распределении искажений в ней.

Сетка делает карту картой, говорят даже, что «карта без сетки все равно что термометр без шкалы». На картах используют разные координатные сетки.

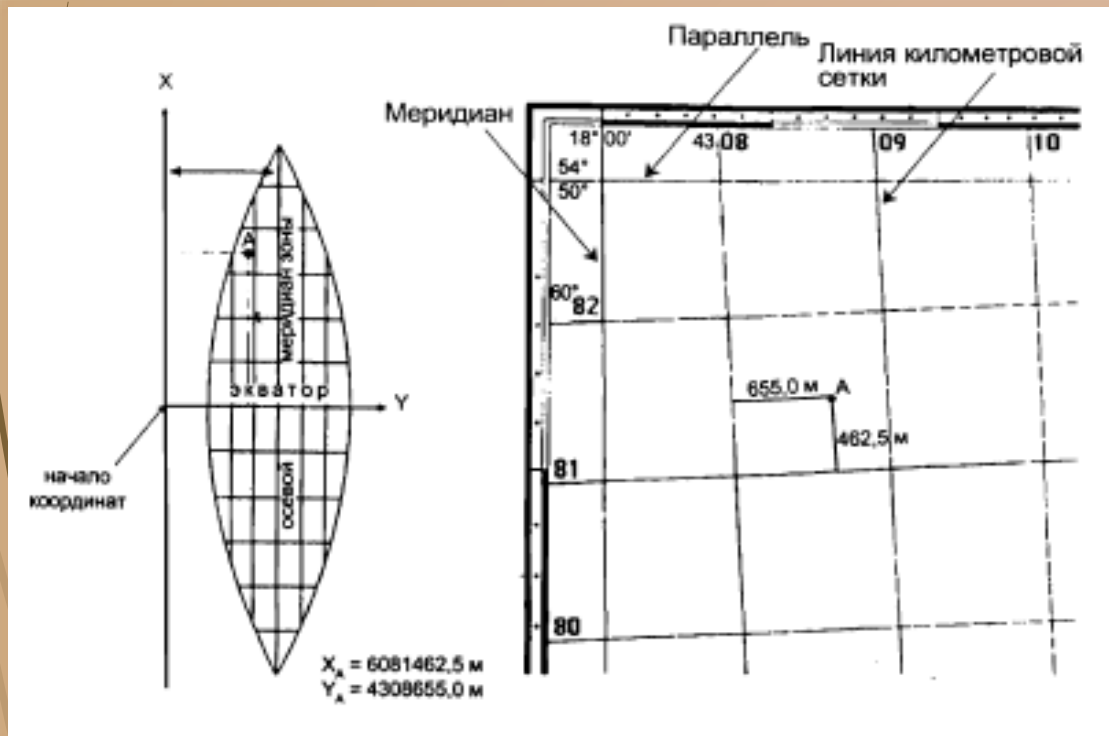
ВЫБОР КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ

Картографическая сетка — это изображение на карте линий меридианов и параллелей (географической сетки), отражающих значения долгот, счет которых ведется от начального Гринвичского меридиана, и широт, которые отсчитываются от экватора.

Картографическая сетка имеет важный географический смысл, она **показывает направления** «север — юг» и «запад — восток», **позволяет судить о широтных поясах, о расположении объектов относительно стран света**. От северного направления меридиана по часовой стрелке отсчитываются географические азимуты, а разность долгот двух пунктов выражает разность их времени.

Линии географической сетки на картах наносят обычно через равные интервалы: несколько десятков градусов, несколько градусов, минут и даже секунд — все зависит от масштаба и назначения карты.

ВЫБОР КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ



Изображение геодезической зоны с координатными линиями и сетка прямоугольных координат (километровая сетка) на топографической карте

Сетка прямоугольных координат (прямоугольная сетка) — стандартная система взаимно перпендикулярных линий, проведенных через равные расстояния, например через определенное число километров (отсюда название — километровая сетка, или сетка километровых квадратов).

Обычно эта сетка наносится на топографические карты и планы, ее вертикальные линии идут параллельно осевому меридиану геодезической зоны (ось абсцисс), а горизонтальные — параллельно экватору (ось ординат); они оцифрованы через километр, а километровая рамка карты имеет более дробные деления. Такая сетка удобна для геодезических вычислений: определения прямоугольных координат, расстояний, дирекционных углов и т.п.

ВЫБОР КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ

Сетка-указательница — любая сетка на карте, предназначенная для указания местоположения и поиска объектов. Ячейки такой сетки обозначаются буквами и цифрами (допустим, В-3), и это удобно, например, для отыскания населенных пунктов по их названиям, содержащимся в алфавитном географическом указателе.

Обычно сетки-указательницы наносятся на карты атласов, а в конце приводится список названий всех объектов, помещенных в атласе.

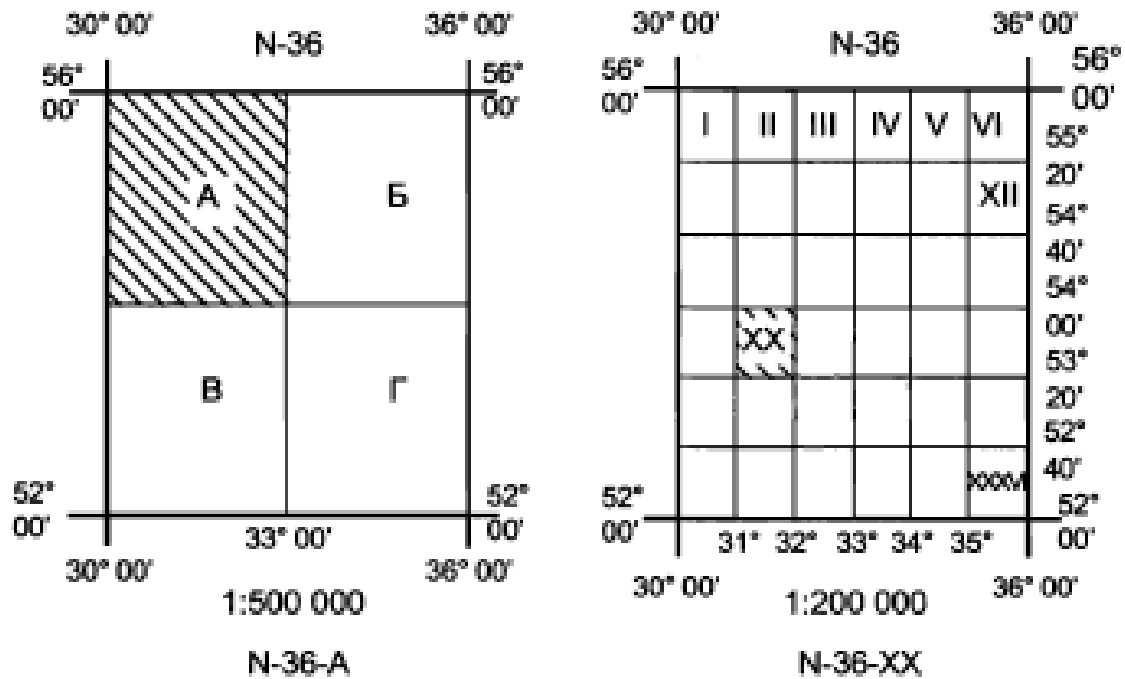
Можно встретить и иные координатные сетки. На старинных морских картах — портоланах изображалась сетка компасных линий, на некоторых французских картах до сих пор дается сетка градусов (окружность составляет 400 градусов, а каждый градус содержит 100 метрических минут).

Некоторые страны используют собственные системы прямоугольных координат и соответственно — свои координатные сетки.



**6. РАЗГРАФКА И НОМЕНКЛАТУРА
МНОГОЛИСТНЫХ КАРТ. РАМКИ КАРТЫ.
КОМПОНОВКА КАРТЫ.**

РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ



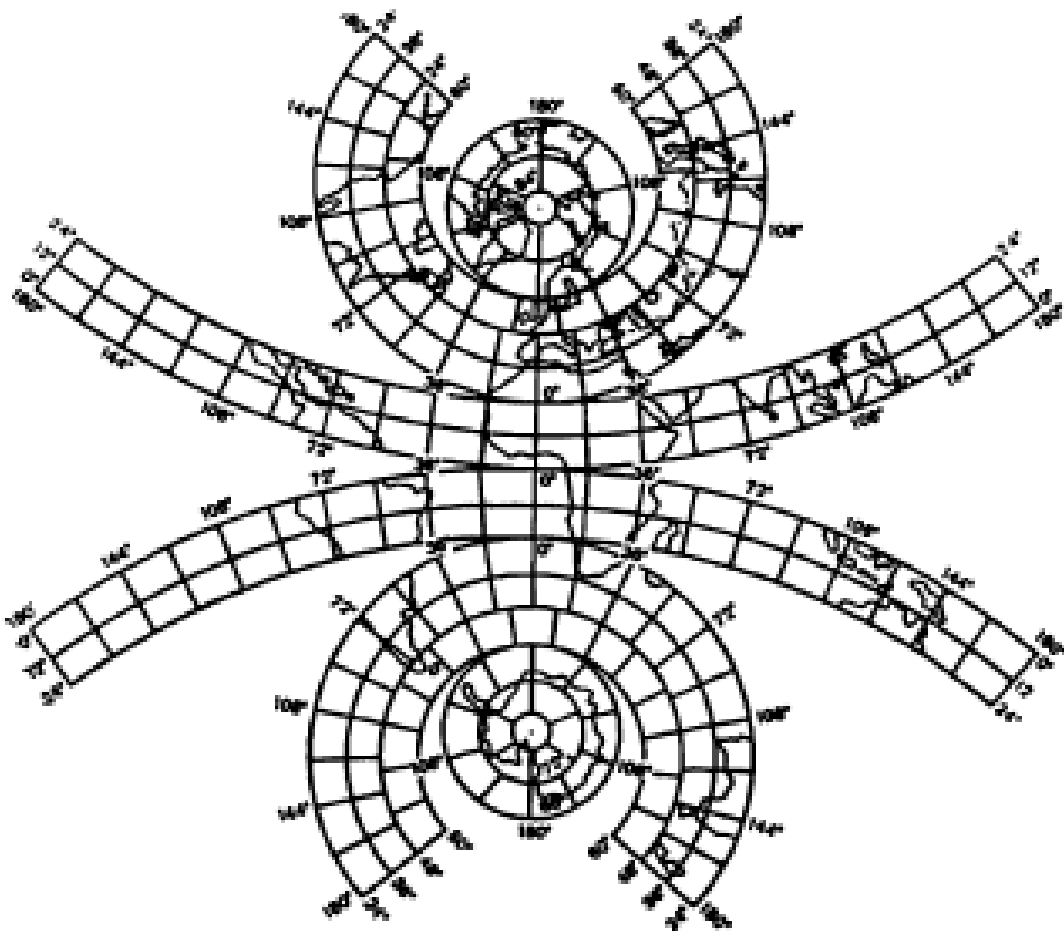
Разграфка листа N-36 на листы карт масштабов 1 : 5000 000 и 1 : 200 000

Разграфка, или нарезка карты, — это система деления многолистной карты на листы. Чаще всего применяются два вида разграфки: **трапециевидная**, при которой границами листов служат меридианы и параллели, и **прямоугольная**, когда карта делится на прямоугольные или квадратные листы одинакового размера.

Серии государственных топографических и тематических карт, включающие тысячи листов, имеют в каждой стране стандартную разграфку. Например, **в Беларуси в основу разграфки топографических карт положена карта в масштабе 1:1 000 000**, любой ее лист представляет собой трапецию, которая ограничена меридианами, проведенными через 6°, и параллелями, проведенными через 4°.

Разграфку карт более крупных масштабов получают, деля лист миллионной карты на части. В одном листе миллионной карты содержится четыре листа карты в масштабе 1:500 000, 36 листов карты в масштабе 1:200 000 и т.д.

РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ



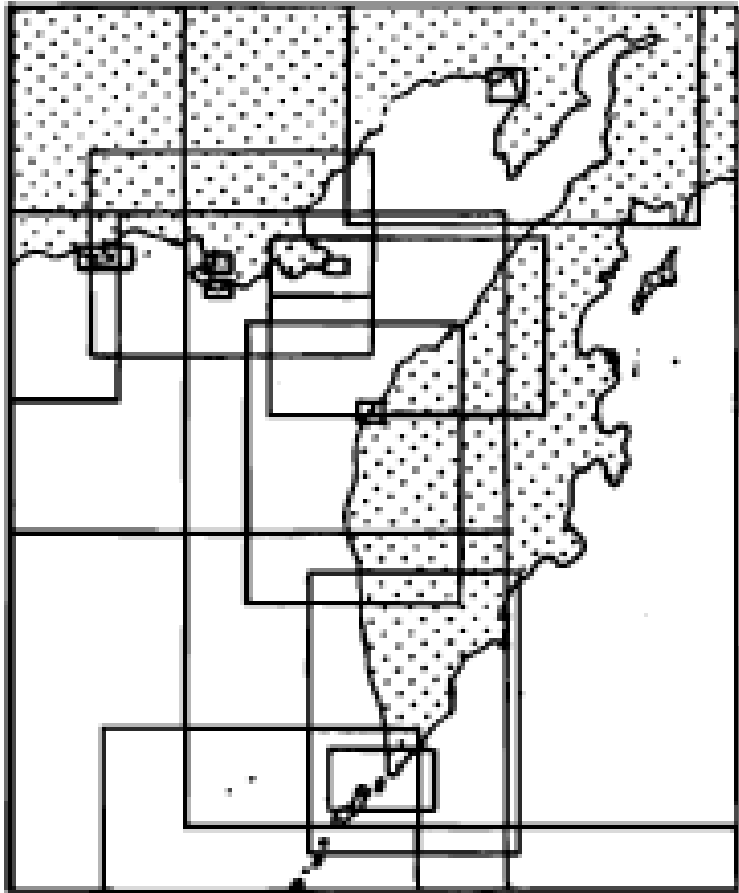
Особый способ разграфки применен для международной карты в масштабе 1:2 500 000. Поверхность Земного шара разделена на шесть зон (три — к северу и три — к югу от экватора).

Четыре зоны даны в равнопромежуточной конической, а две приполярные — в равнопромежуточной азимутальной проекциях.

Всего карта включает 224 листа плюс 38 перекрывающихся для целостного изображения отдельных компактных районов и стран.

При прямоугольной разграфке карта нарезается на листы одинакового формата, это удобно для печатания карт, совмещения их по общим рамкам, склейки или брошюровки.

РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ



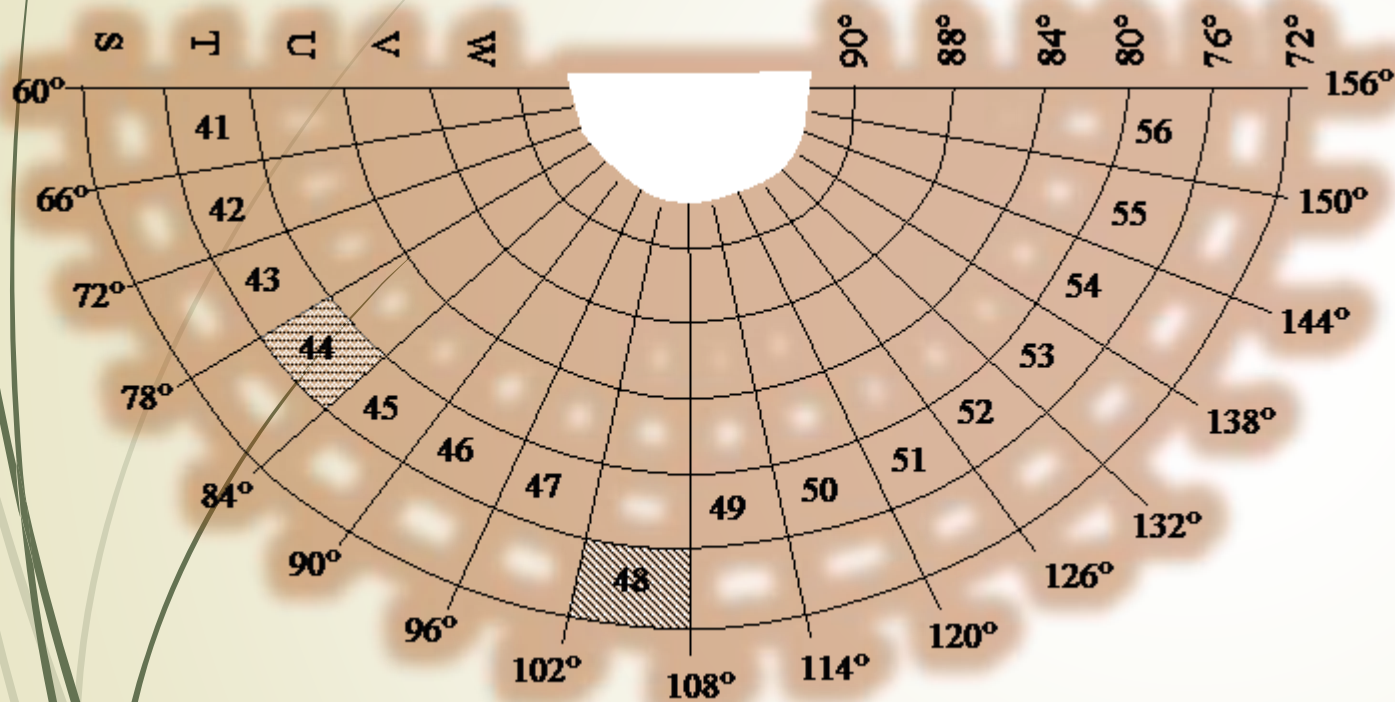
Разграфка морских навигационных карт в районе Охотского моря с находками смежных листов

В некоторых случаях для удобства пользования картами разграфка дается с более или менее значительными перекрытиями листов. Например, морские навигационные карты перекрываются на величину до 10 см — это сделано для удобства прокладки курса судна на смежных листах.

С разграфкой непосредственно связана номенклатура, т.е. система обозначения листов в многолистных сериях карт. Для топографических и обзорно-топографических карт установлена единая государственная система номенклатуры, которая начинается с миллионной карты и далее последовательно наращивается.

Номенклатура тематических карт может совпадать с топографическими или быть произвольной, например, листы гипсометрической карты России с сопредельными странами в масштабе 1:2 500 000 обозначаются порядковыми номерами.

Номенклатура топографических карт и планов



Для получения одного листа карты масштаба 1 : 1 000 000 земной шар делят меридианами и параллелями на колонны и ряды (пояса).

Номенклатура – система разграфки и обозначений топографических планов и карт.

В основу номенклатуры карт на территории Республики Беларусь положена международная разграфка листов карты масштаба 1:1 000 000

Номера колонн топографической карты

ряд	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
от	0°	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
до	4°	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
ряд	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
от	44°	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
до	48°	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88

Параллели проводят через каждые 4°. Счет поясов от А до W идет от экватора к северу и югу.

Номера рядов топографической карты

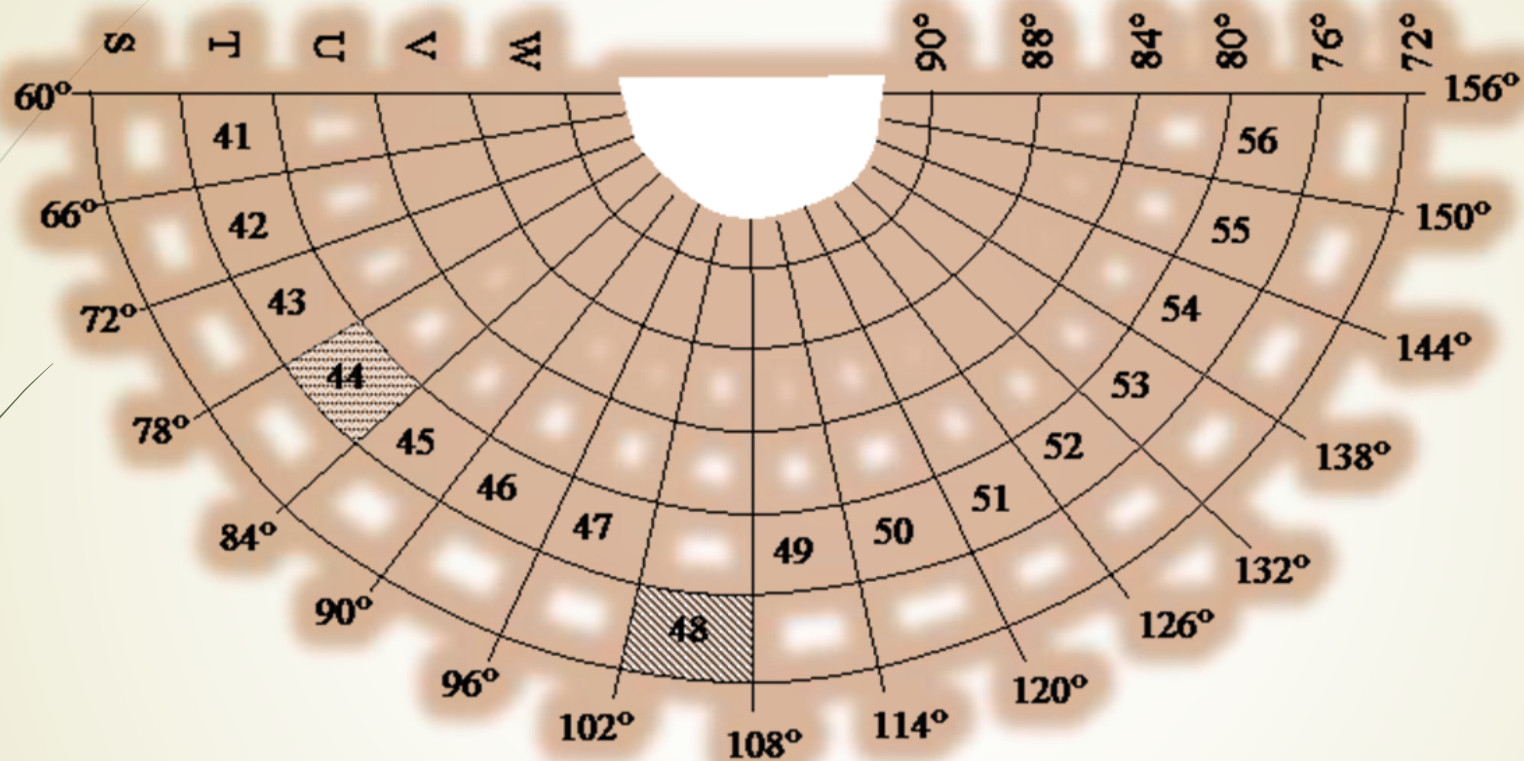
Колонна	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
от	0°	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
до	6°	12	18		30	36	42	48	54	60	66
Колонна	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
от	66°	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126
до	72°	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132

Меридианы проводят через каждые 6°.

Счет колонн от 1 до 60 идет от 180° меридиана от 1 до 60 с запада на восток, против часовой стрелки.

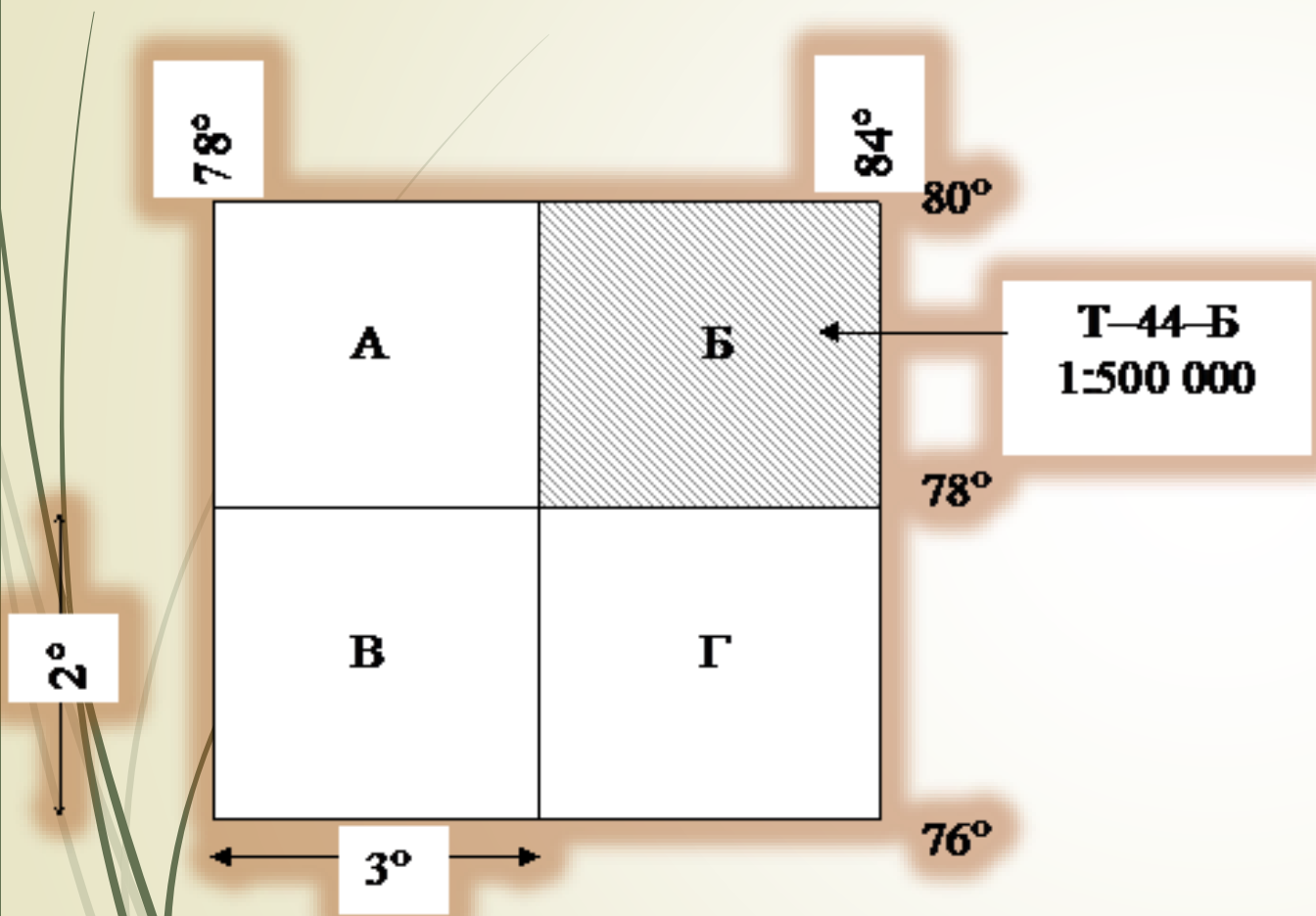
Колонны совпадают с зонами прямоугольной разграфки, но их номера отличаются ровно на 30. Так для зоны 12 номер колонны 42.

Номенклатура топографических карт и планов



В пересечении таких колонн и рядов (поясов) образуются листы карт масштаба 1:1 000 000. Номенклатура одного из таких листов складывается из буквы ряда и номера колонны: T-44, S-48. Размеры такого листа 6° по долготе и 4° по широте.

Номенклатура карт масштаба 1:500 000



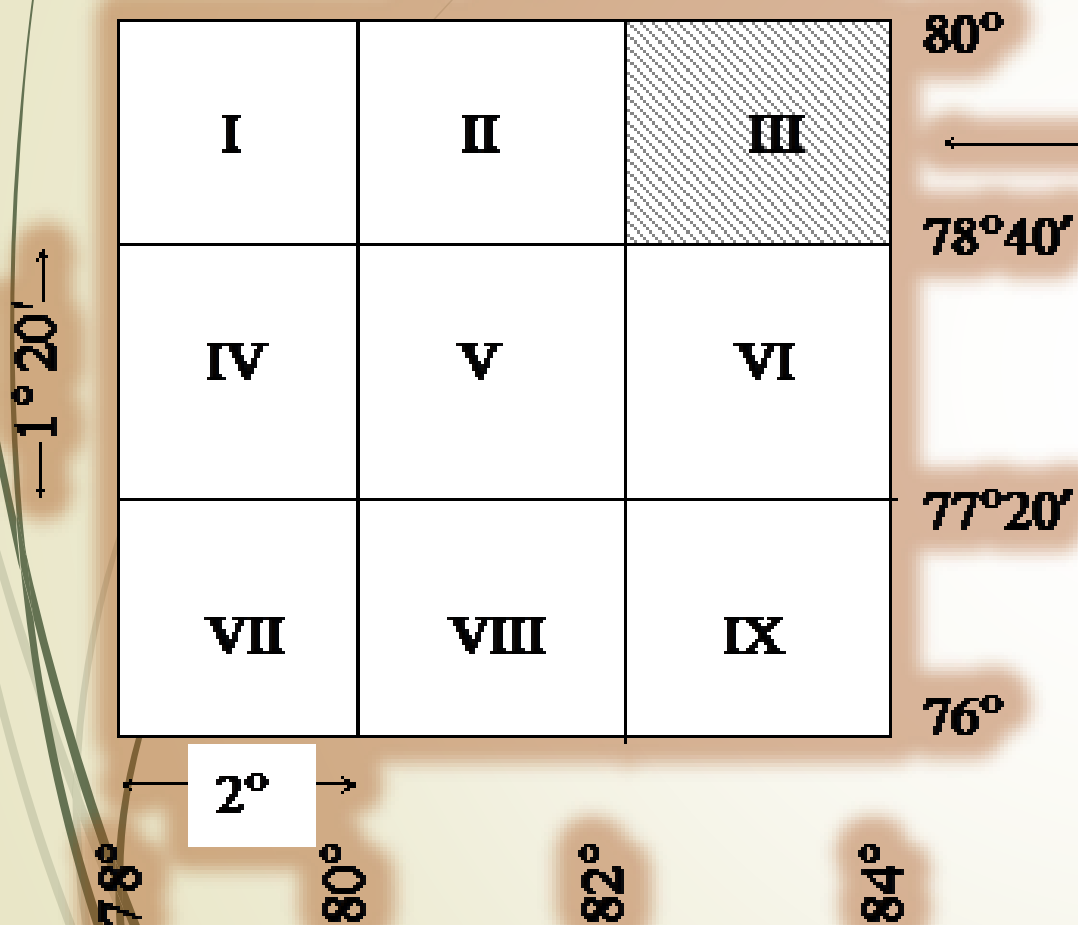
Для получения карты масштаба 1:500 000 лист миллионной карты делят на четыре листа и обозначают прописными буквами русского алфавита А, Б, В, Г.

Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:1 000 000 и буквы листа 1:500 000 (Т-44-Б).

Размеры такого листа 3° по долготе и 2° по широте.

Номенклатура карт масштаба 1:300 000

T-44 (1:1 000 000)

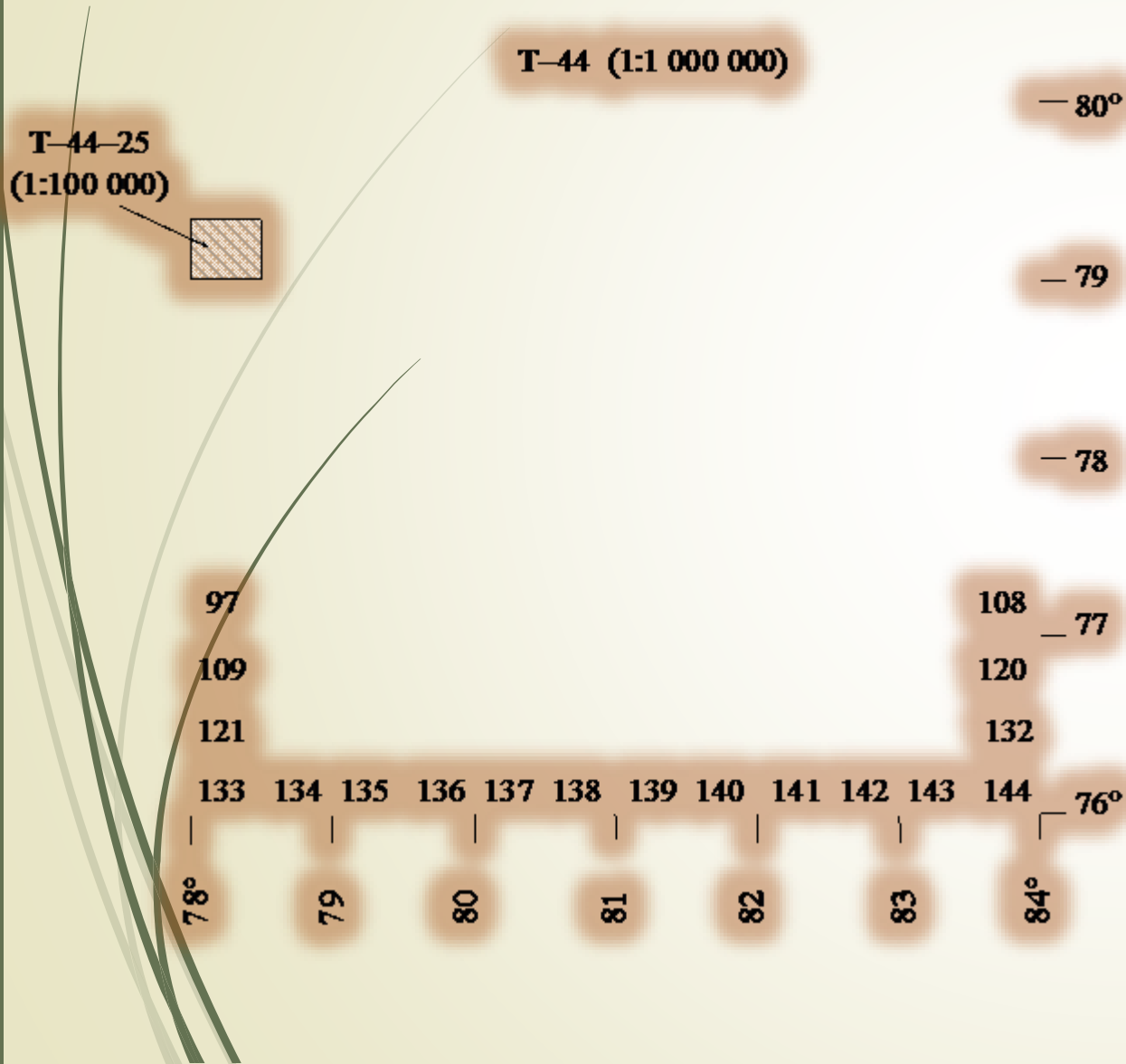


Для получения карты масштаба 1:300 000 лист карты масштаба 1:1 000 000 делят на 9 частей и обозначают римскими цифрами I – IX.

Номенклатура такого листа складывается из цифры листа 1:300 000 и номенклатуры листа масштаба 1:1 000 000 (III-T-44).

Размеры такого листа 2° по долготе и 1° 20' по широте.

Номенклатура карт масштаба 1:100 000

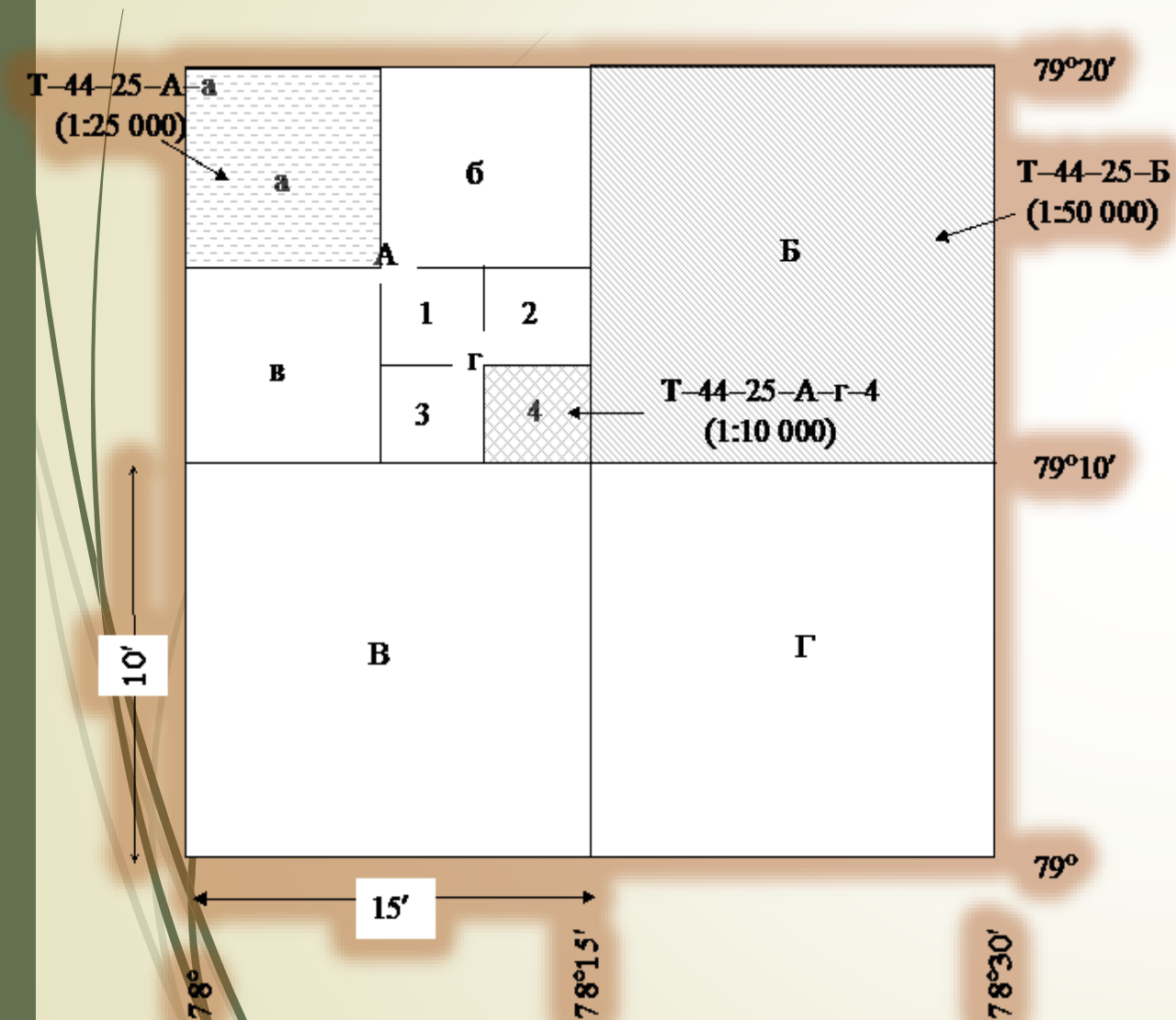


Для получения карты масштаба 1:100 000 лист карты масштаба 1:1 000 000 делят на 144 части и обозначают арабскими цифрами 1 – 144.

Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:1 000 000 и цифры листа 1:100 000 (Т-44-25).

Размеры такого листа 30 \varnothing по долготе и 20 \varnothing по широте.

Номенклатура карт масштаба 1:50 000; 1 : 25 000 и 1 : 10 000



Дальнейшее деление карт на более крупный масштаб ведется на основе листа карты масштаба 1:100 000.

Для получения карты масштаба 1:50 000 лист карты масштаба 1:100 000 делят на 4 части и обозначают прописными буквами русского алфавита А, Б, В, Г. Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:100 000 и буквы листа 1:50 000 (Т-44-25-Б). Размеры такого листа 15ϕ по долготе и 10ϕ по широте.

Для получения карты масштаба 1:25 000 лист карты масштаба 1:50 000 делят на 4 части и обозначают строчными буквами русского алфавита а, б, в, г. Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:50 000 и буквы листа 1:25 000 (Т-44-25-А-а). Размеры такого листа 7ϕ30² по долготе и 5ϕ по широте.


Лист карты масштаба 1:10 000 получается делением листа карты масштаба 1:25 000 на 4 части и обозначают цифрами 1, 2, 3, 4. Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:25 000 и цифры листа 1:10 000 (Т-44-25-А-г-4). Размеры такого листа 3ϕ45² по долготе и 2ϕ30² по широте.

Номенклатура карт масштаба 1:5 000

79°20'

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
17															32
33															48
49															64
65															80
81															96
97															112
113															128
129															144
145															160
161															176
177															192
193															208
209															224
225															240
241															256

78°


Т-44-25 (252)
(1:5000)

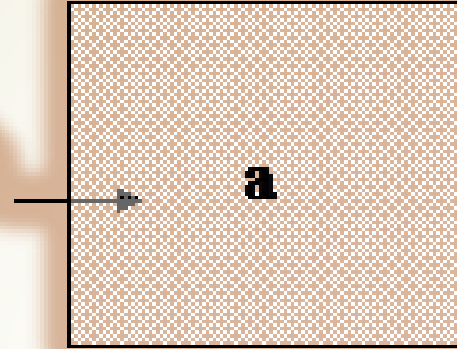
79°

78°30'

Для получения карты масштаба 1:5 000 лист карты масштаба 1:100 000 делят на 256 части и обозначают цифрами 1-256. Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:100 000 и в скобках цифры листа 1:5 000, например Т-44-25 (252).

Номенклатура карт масштаба 1:2 000

**Т-44-25 (252-а)
(1:2000)**



б

в

г

д

е

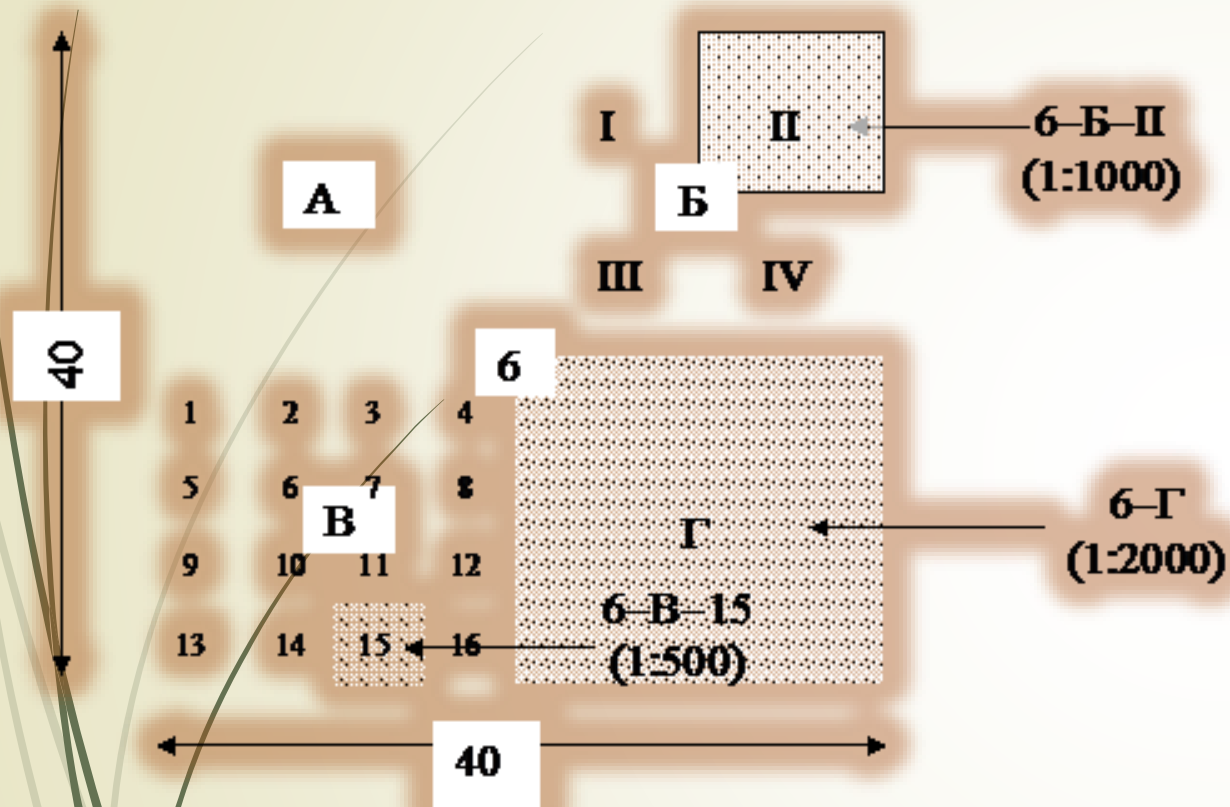
ж

з

и

Для получения карты масштаба 1:2 000 лист карты масштаба 1:5000 делят на 9 частей и обозначают строчными буквами русского алфавита а - и Номенклатура такого листа складывается из номенклатуры листа масштаба 1:5 000 и буквы листа 1:2 000, например Т-44-25 (252-а).

Номенклатура топопланов участков площадью менее 20 км²



Для топографических планов, создаваемых на участках площадью менее 20 км², применяется прямоугольная разграфка.

В основу этой разграфки положен планшет 1:5000 с размерами рамок 40´40 см, обозначаемый арабскими цифрами, например 6.

Ему соответствует 4 листа 1:2000, каждый из которых обозначается присоединением к номеру масштаба 1:5000 одной из четырех заглавных букв А, Б, В, Г, например 6-Г.

План масштаба 1:2000 делится на четыре плана масштаба 1:1000, они обозначаются римскими цифрами I, II, III и IV, например 6-Б-II.

План масштаба 1:2000 делится на 16 листов масштаба 1:500, они обозначаются арабскими цифрами 1 – 16, например 6-В-15.

Для масштабов 1:2000, 1:1000 и 1:500 размеры рамок 50´50 см.

Размеры и номенклатура топографических карт

Масштаб	Размеры трапеции		Число листов	Номенклатура последнего листа
	по широте	по долготе		
1 : 1 000 000	4°	6°		N-35
В одном листе масштаба 1 : 1 000 000				
1 : 500 000	2°	3°	4	N-35-A
1 : 300 000	1°20'	2°	9	IX-N-35
1 : 200 000	40'	1°	36	N-35-XXXVI
1 : 100 000	20'	20'	144	N-35-144
В одном листе масштаба 1 : 100 000				
1 : 50 000	10'	15'	4	N-35-144-Г
1 : 25 000	5'	7'30"	16	N-35-144-Г-г
1 : 10 000	2'30"	3'45"	64	N-35-144-Г-г-4
1 : 5 000	1'15"	1'52,5"	256	N-35-144 (256)
1 : 2 000	25"	37,5"	2304	N-35-144 (256-н)

РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ

Схема разграфки обычно дается на специальном сборном листе. На нем показывают контуры территории, покрываемой многолистной картой, деление на отдельные листы и номенклатуру этих листов.

В соответствии с разграфкой меняется и форма рамок карт: они могут быть трапециевидными либо прямоугольными. Кроме того, рамки карты могут быть представлены в виде окружностей (например, для карт полушарий) и эллипсов (карты мира в псевдоцилиндрических проекциях).

Различают **внутреннюю рамку**, непосредственно ограничивающую картографическое изображение, **градусную и минутную**, на которые соответственно наносят градусные и (или) минутные деления по широте и долготе, а также **внешнюю рамку** — она охватывает всю карту, окаймляет все другие рамки и имеет декоративное значение.

РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ

Рамки карты - линии, ограничивающие картографическое изображение, бывают или строго прямоугольными, или, совпадая с меридианами и параллелями, образуют систему четырех линий, из которых все или некоторые (обычно верхняя и нижняя) могут оказаться кривыми. Так, например, листы международной миллионной карты ограничены прямолинейными меридианами, тогда как параллели образуют дуги окружностей.

Рамки, совпадающие с линиями меридианов и параллелей, применяются для большинства многолистных крупно- и среднемасштабных карт, включая миллионную карту. Такое разграничение многолистных карт связано с двумя существенными преимуществами: во-первых, оно позволяет выполнять независимое построение отдельных листов карты, во-вторых, на каждом листе меридианы и параллели располагаются симметрично относительно среднего меридиана листа. Но эти преимущества достигаются за счет отсутствия единообразия в размерах отдельных листов, так как вследствие сближения меридианов к полюсам ширина листов с возрастанием географической широты уменьшается.

Например: стандартные листы 1 : 100 000 топографической карты СССР, расстояние между восточной и западной рамками которых соответствует 30', имеют на параллели 36° ширину 45.076 см, а на параллели 70° — всего 19,091 см. Другой недостаток — теоретическая невозможность сведения в одну общую карту более пяти отдельных, расположенных крестообразно листов.

РАЗГРАФКА, НОМЕНКЛАТУРА И РАМКИ КАРТЫ



Для географических карт (в том числе и многостранных), а также для тех топографических карт, в основу которых положена единая проекция, вычисляемая не порознь для отдельных листов, а для всей карты, используются прямоугольные рамки. В этой системе все листы имеют одинаковые размеры, соединяются вместе в любом количестве, но при значительном протяжении карты рамки боковых листов образуют с меридианами и параллелями значительные углы.

Различают **основную** (или внутреннюю), **градусную** и **внешнюю** рамки.

Основная рамка непосредственно ограничивает картографическое изображение; параллельно ей с внешней стороны вычерчивается **градусная рамка**, состоящая из двух близких друг другу параллельных линий, разделенных для крупномасштабных карт на минуты и секунды, для мелкомасштабных — на целые градусы или их части. Вдоль градусной рамки располагают цифровые подписи меридианов и параллелей. Цифровая подпись меридианов должна непременно сопровождаться указанием на начало счета долгот (основной меридиан).

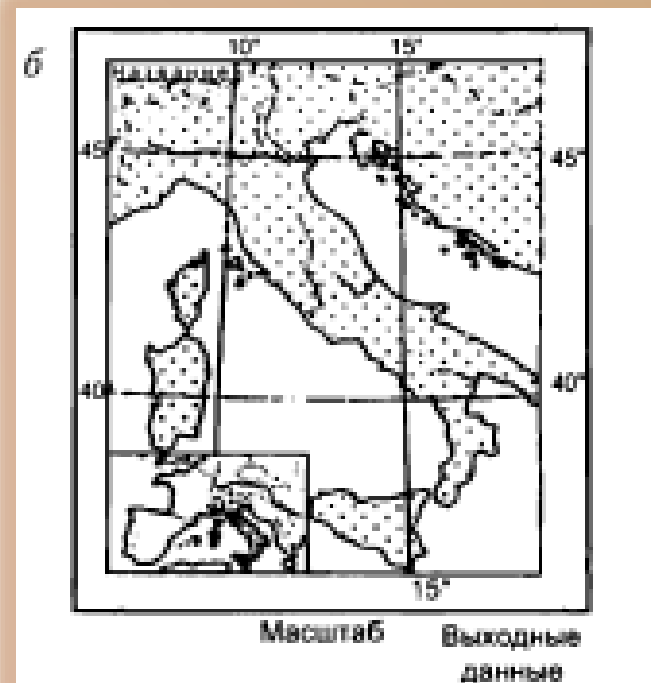
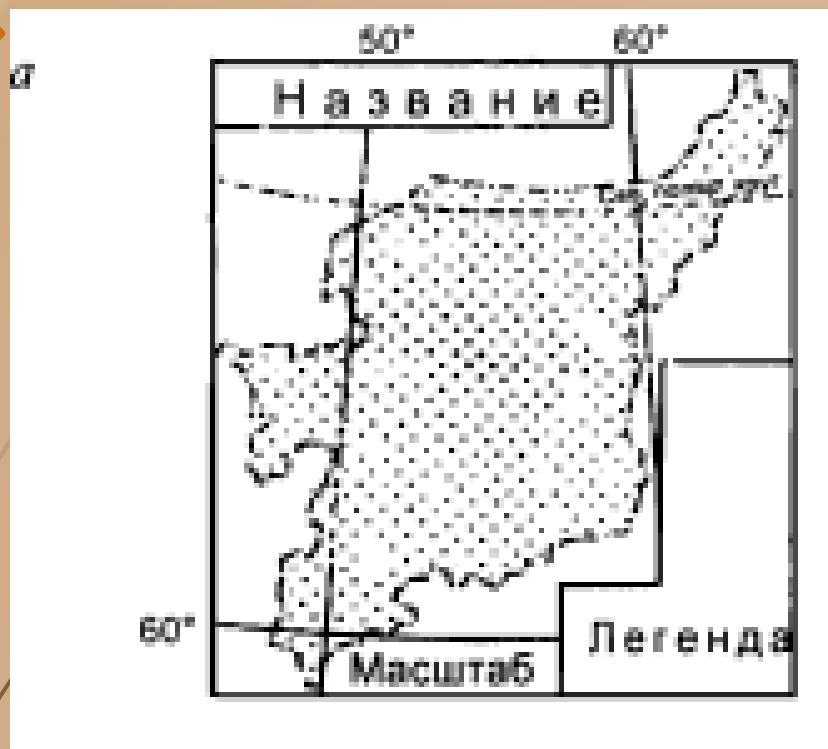
КОМПОНОВКА КАРТЫ

Компоновкой карты называется размещение самого картографического изображения, названия карты, легенды, врезок и других данных внутри рамки, на полях карты или в пределах листа.

Компоновка считается удачной, если все элементы карты размещены целесообразно, достаточно компактно, но нескученно, ими удобно пользоваться, — словом, **пространство карты рационально организовано и изображение зрительно уравновешено.**

Подобрать хорошую компоновку не всегда просто, это требует некоторого дизайнерского опыта и художественного вкуса. Приходится учитывать много факторов: проекцию карты, форму изображаемой территории (акватории) и ее ориентировку внутри рамки, необходимость показа соседних территорий, размер легенды, желательность размещения карт-врезок, дополнительных графиков, диаграмм и т.п.

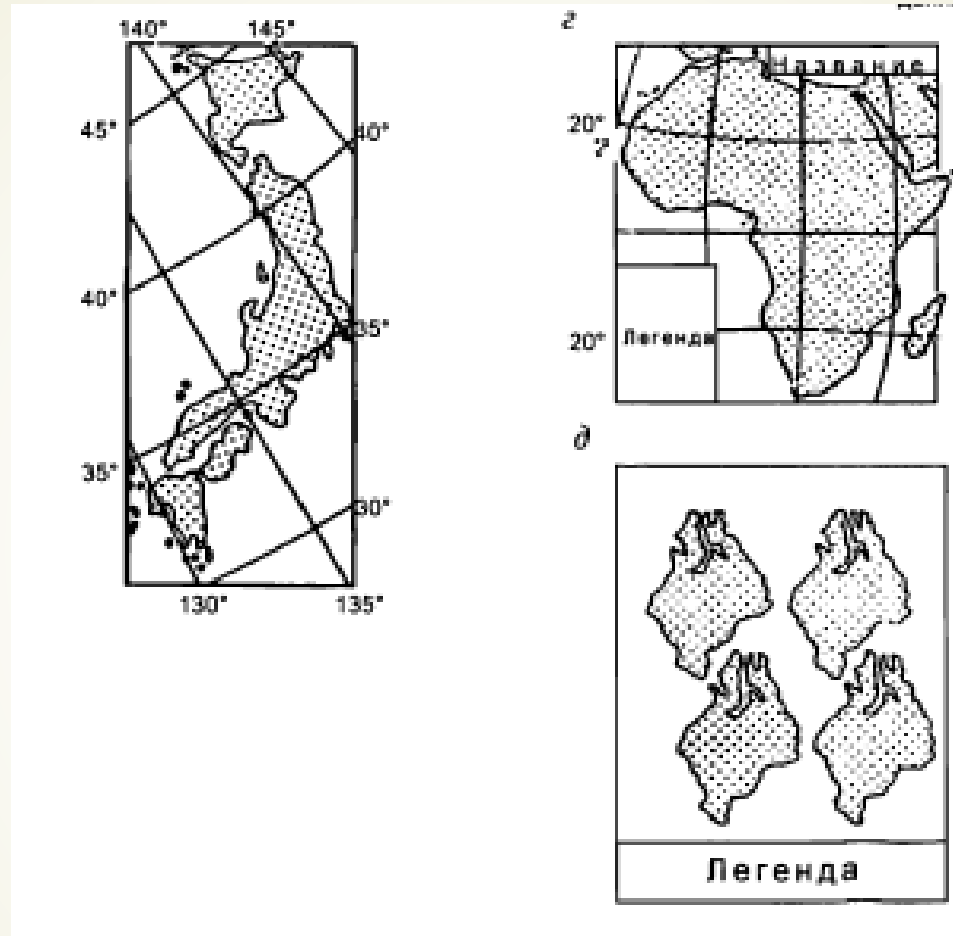
КОМПОНОВКА КАРТЫ



Примеры компоновок однолистных карт:

- а — размещение картографического изображения, легенды, масштаба и названия карты внутри рамки (Республика Коми);
- б — размещение названия карты-врезки внутри рамки, а масштаба и выходных данных за южной рамкой (Италия).

КОМПОНОВКА КАРТЫ



Примеры компоновок однолистных карт:

- в — косая компоновка изображения (Япония);
- г — вывод выступающих частей территории в разрывы рамки карты (Африка); д — «плавающая» компоновка карт.