

Основы топографии



Школа Б+
Клуб горного туризма Вестра
19.12.19
Лектор: Даровский Борис



Определения

Топография («топос» – место и «графос» – пишу) – наука, изучающая геометрию земной поверхности и разрабатывающая способы изображения ее на плоскости.

Карта (топографическая)– масштабное обобщенное изображение земной поверхности **на плоскости**, построенное в **определенной картографической проекции** с помощью условных знаков.

Виды карт:

Спортивные – предназначены для спортивного ориентирования

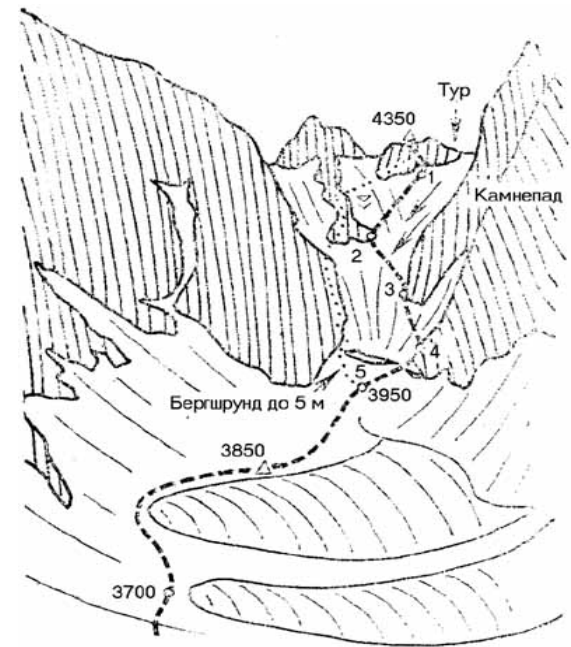


Топографические – профессиональные общегеографические карты. Точно прорисован рельеф, нанесены координаты

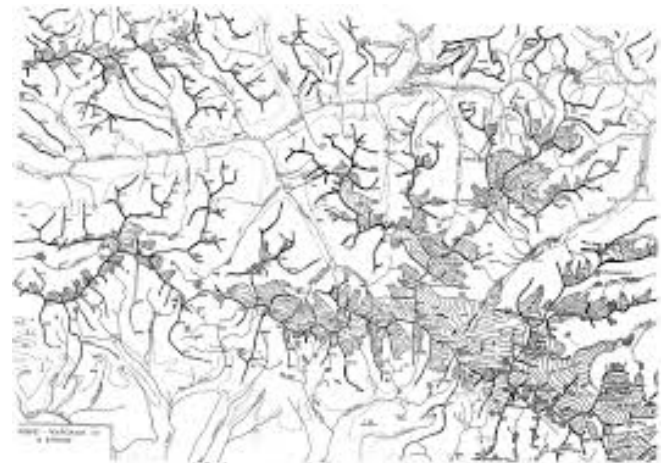
Виды карт:

Кроки (франц. croquis — набросок) - чертёж участка местности с подробным отображением её важнейших элементов. Обычно кроки создают путём глазомерной съёмки.

Туристические – менее точные по сравнению с топографическими, но адаптированные для туристов



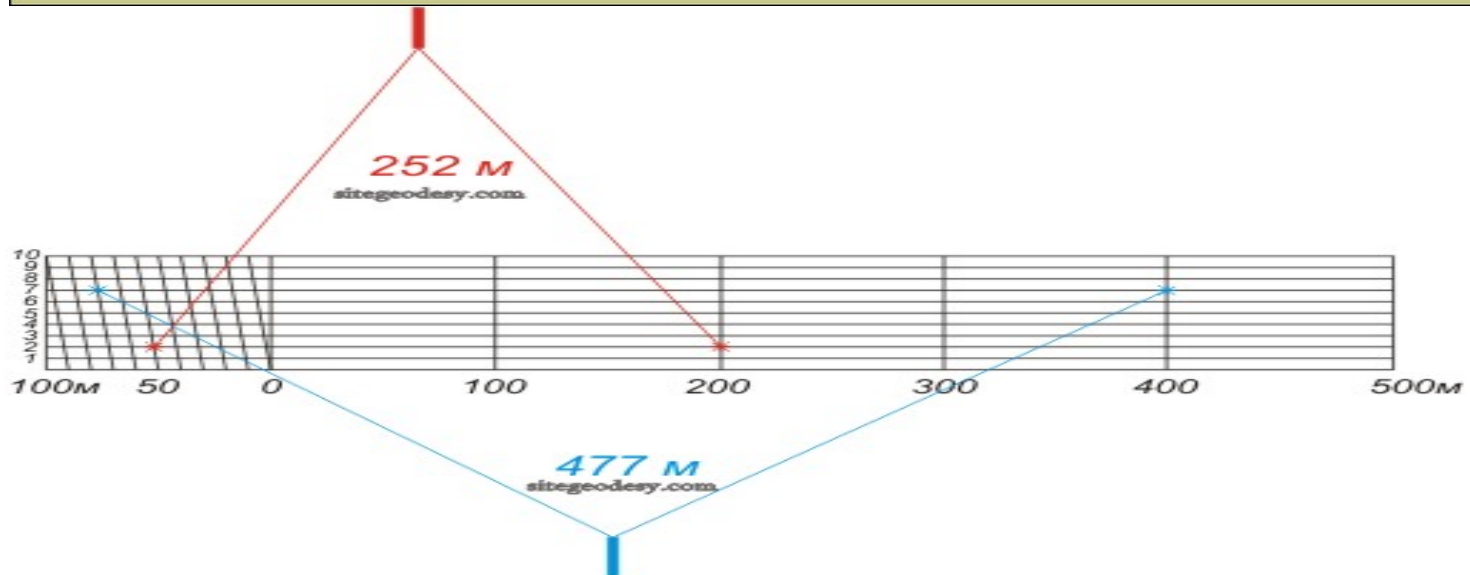
Хребтовки – схемы горной местности



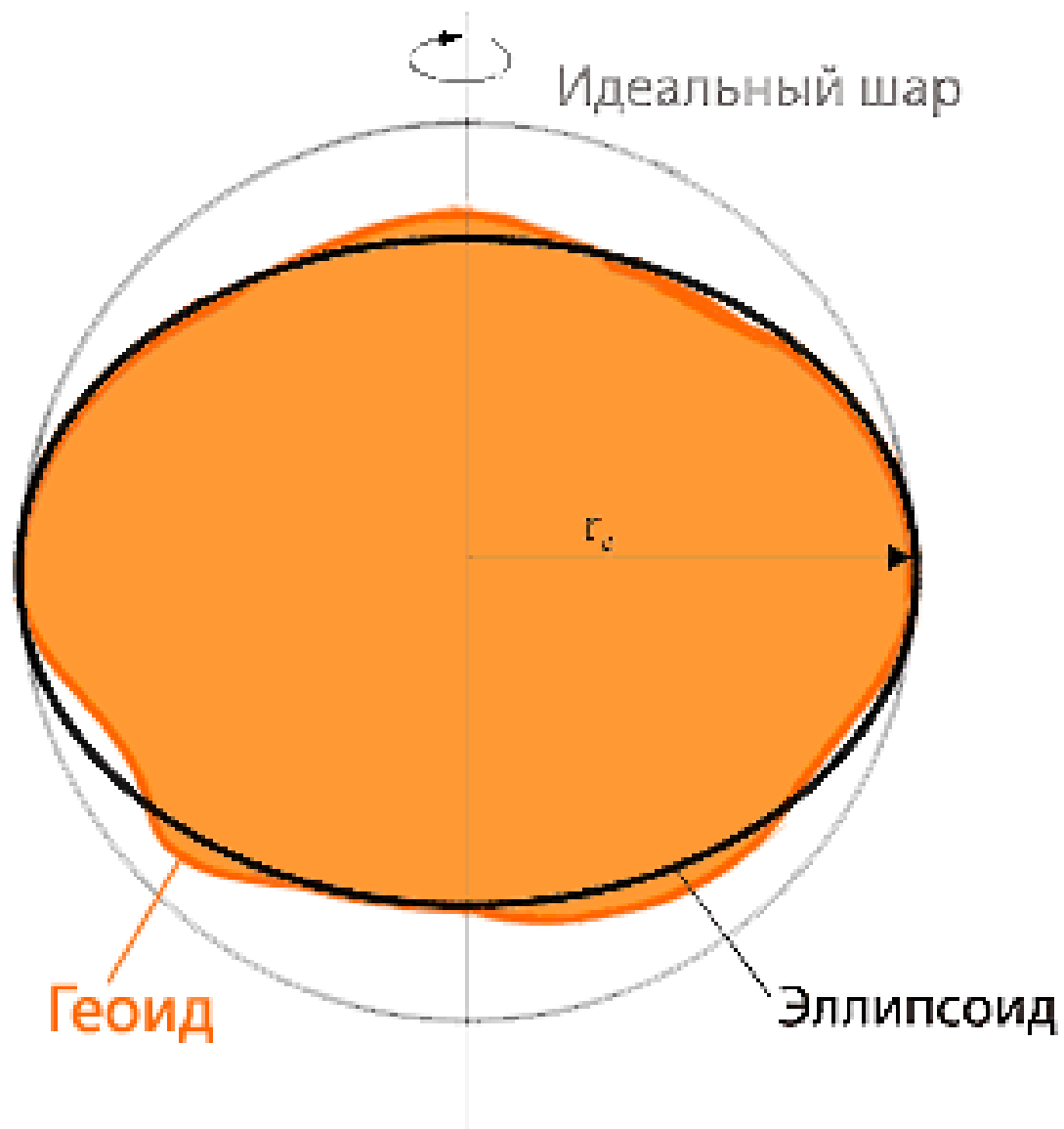
Обозначение масштаба на карте



Поперечный масштаб



Форма Земли и ее описание



Форма Земли и ее описание

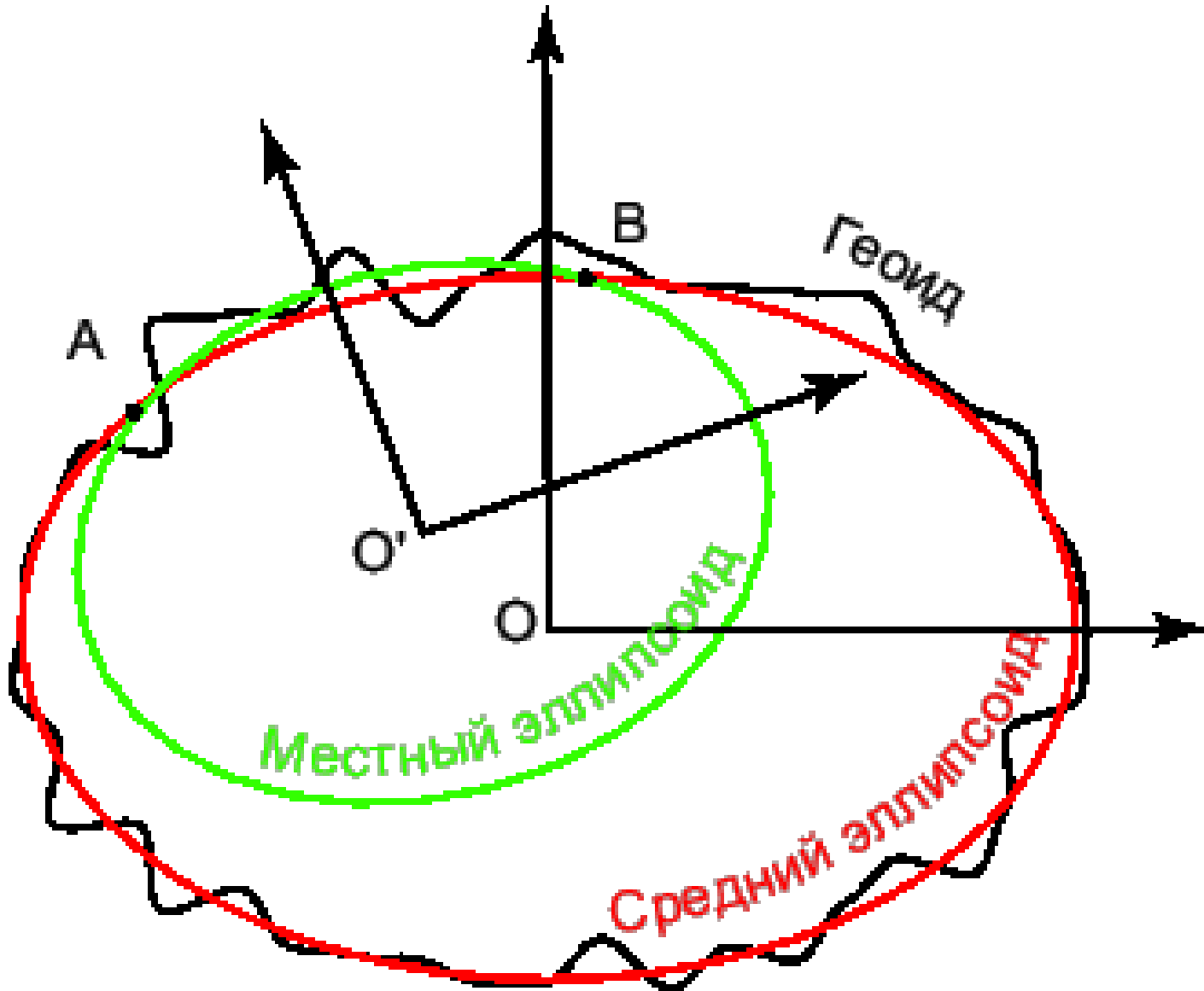
В нулевом приближении можно считать, что Земля имеет форму **шара** со средним **радиусом 6371,3 км**. Такое представление нашей планеты хорошо подходит для задач, точность вычислений в которых не превышает 0,5 %. В действительности Земля не является идеальным шаром. Из-за суточного вращения она сплюснута с полюсов; высоты материков различны; форму поверхности искажают и приливные деформации. В геодезии и космонавтике для описания фигуры Земли обычно выбирают **эллипсоид вращения** или **геоид**. С геоидом связана система астрономических координат, с эллипсоидом вращения — система геодезических координат.

По определению, **геоид** — это поверхность, всюду нормальная силе тяжести. Если бы Земля была целиком покрыта океаном и не подвергалась приливному воздействию других небесных тел и прочим подобным возмущениям, она имела бы форму геоида. В действительности в различных местах поверхность Земли может значительно отличаться от геоида. Для лучшей аппроксимации поверхности вводят понятие **референц-эллипсоида**, который хорошо совпадает с геоидом только на каком-то участке поверхности.

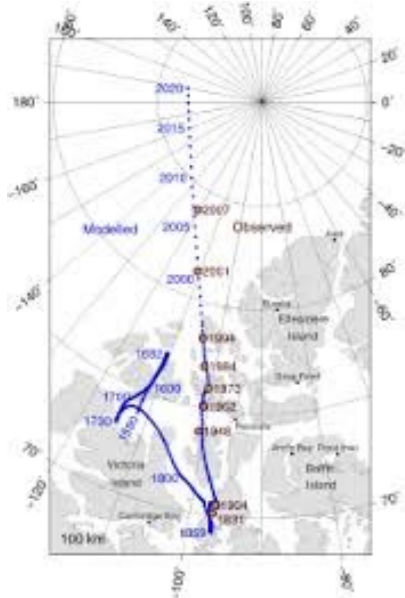
WGS 84 (англ. World Geodetic System 1984) — всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, в число которых входит система геоцентрических координат. В отличие от локальных систем, является единой системой для всей планеты.

Эллипсоид Красовского — на нем основана геодезическая система координат Пулково-1942 (СК-42), СК-63, используемая в России и некоторых других странах

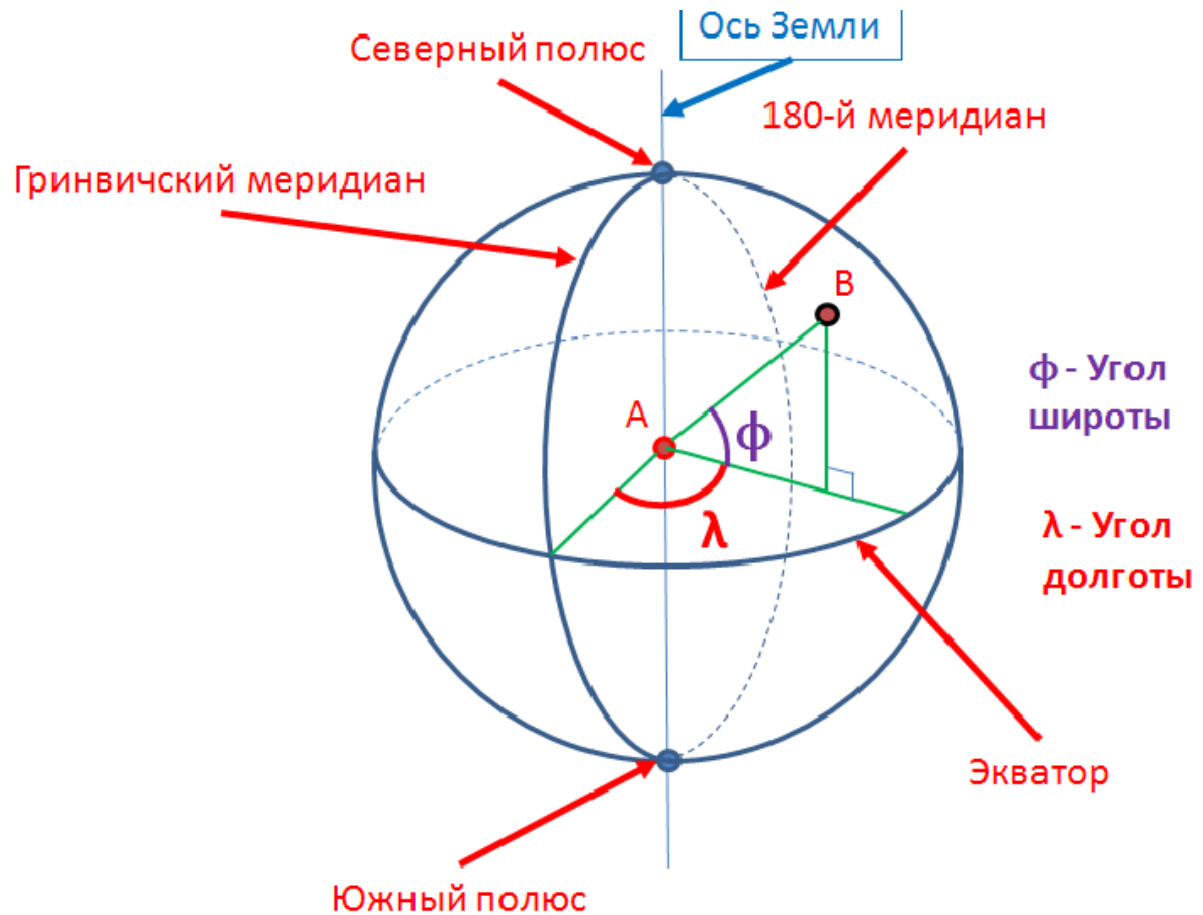
Форма Земли и ее описание



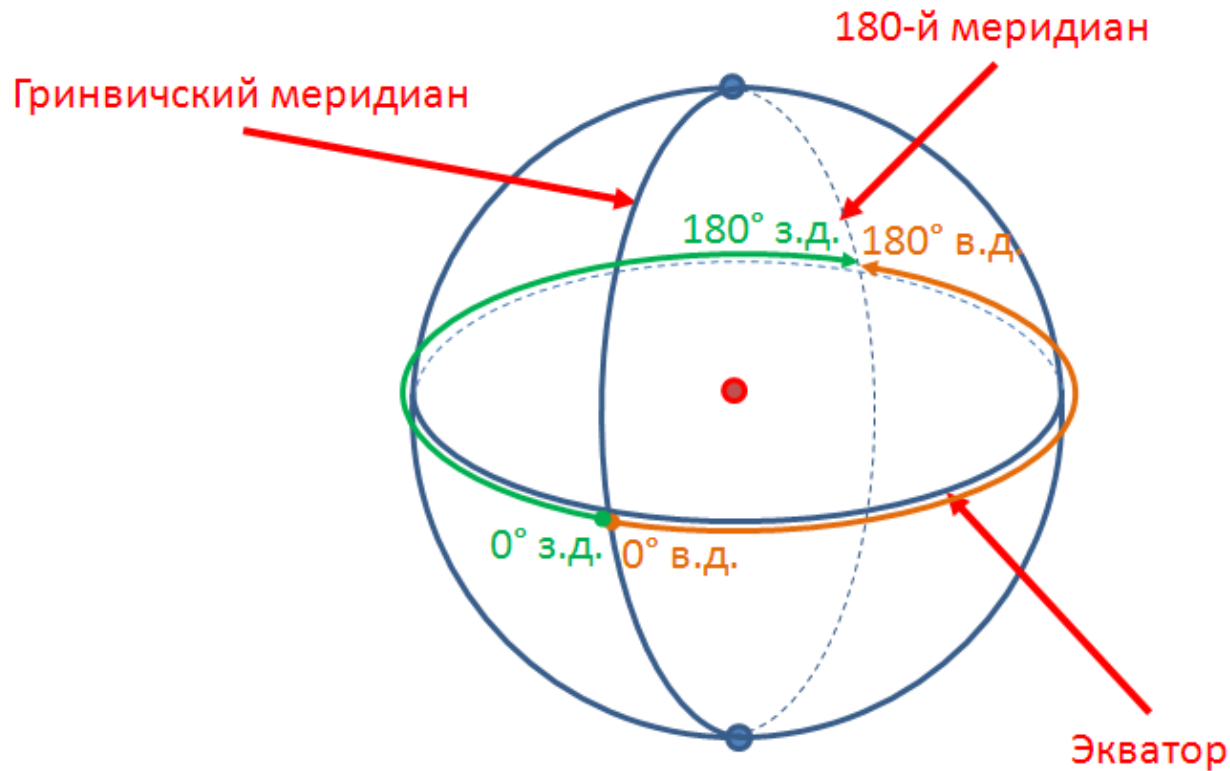
Географическая система координат



Отклонение истинного северного полюса от магнитного



Географическая система координат



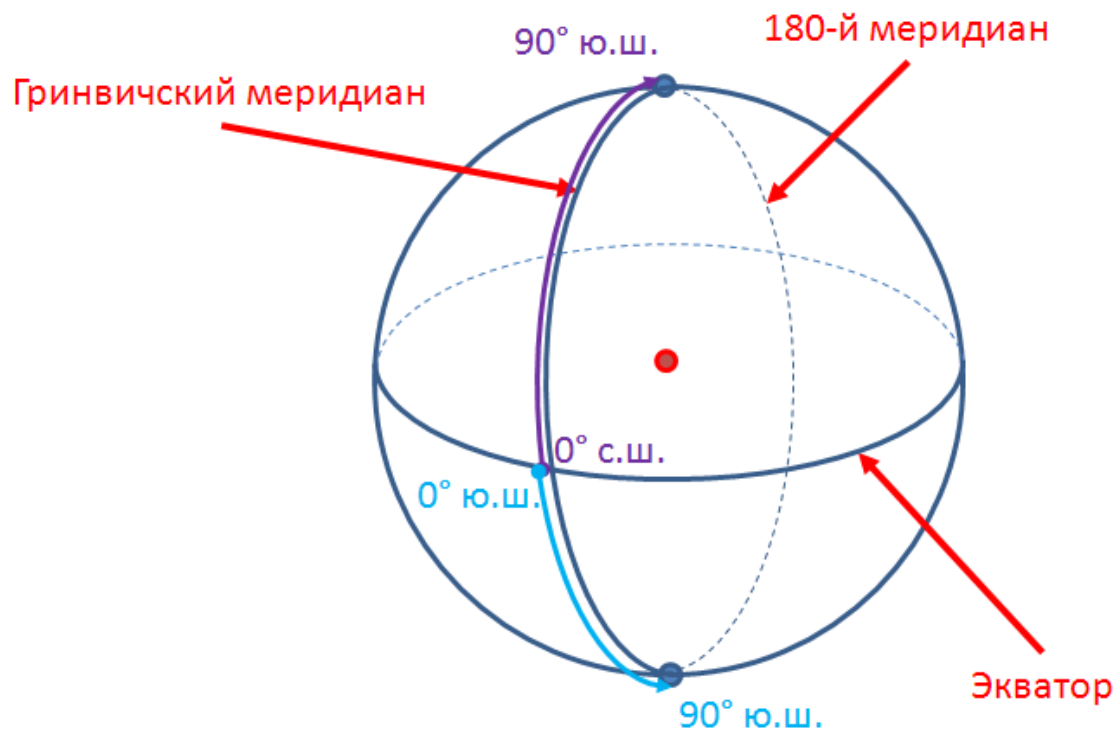
Угол долготы λ измеряется:

В восточном полушарии – от 0 до 180° восточной долготы на линии смены дат.

В западном полушарии – от 0 до 180° западной долготы на линии смены дат.

В результате экватор поделен на 360°.

Географическая система координат



Угол широты φ измеряется:

В северном полушарии – от 0 до 90° северной широты на северном полюсе.

В южном полушарии – от 0 до 90° южной широты на южном полюсе.

В результате каждый меридиан делится на 180°.

Географическая система координат

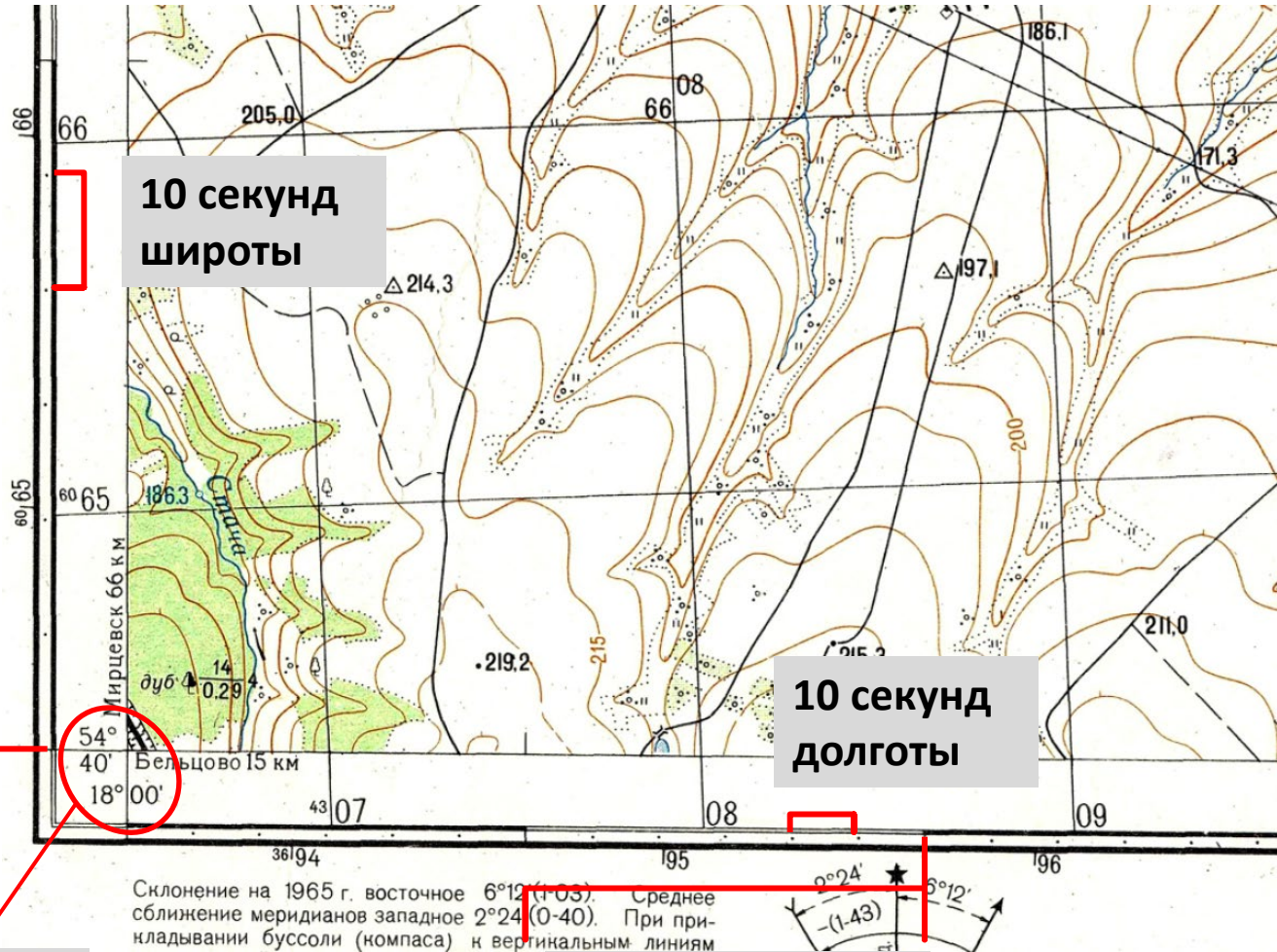
Один градус делится на 60 минут (обозначается символом $'$).

Одна минута делится на 60 секунд (обозначается символом $''$).

Форма записи географических координат:

$55^{\circ}44'38''$ с.ш., $37^{\circ}39'41''$ в.д.

Географические координаты на карте



Минута широты

Географические координаты

Минута долготы

Картографические проекции

Виды искажений



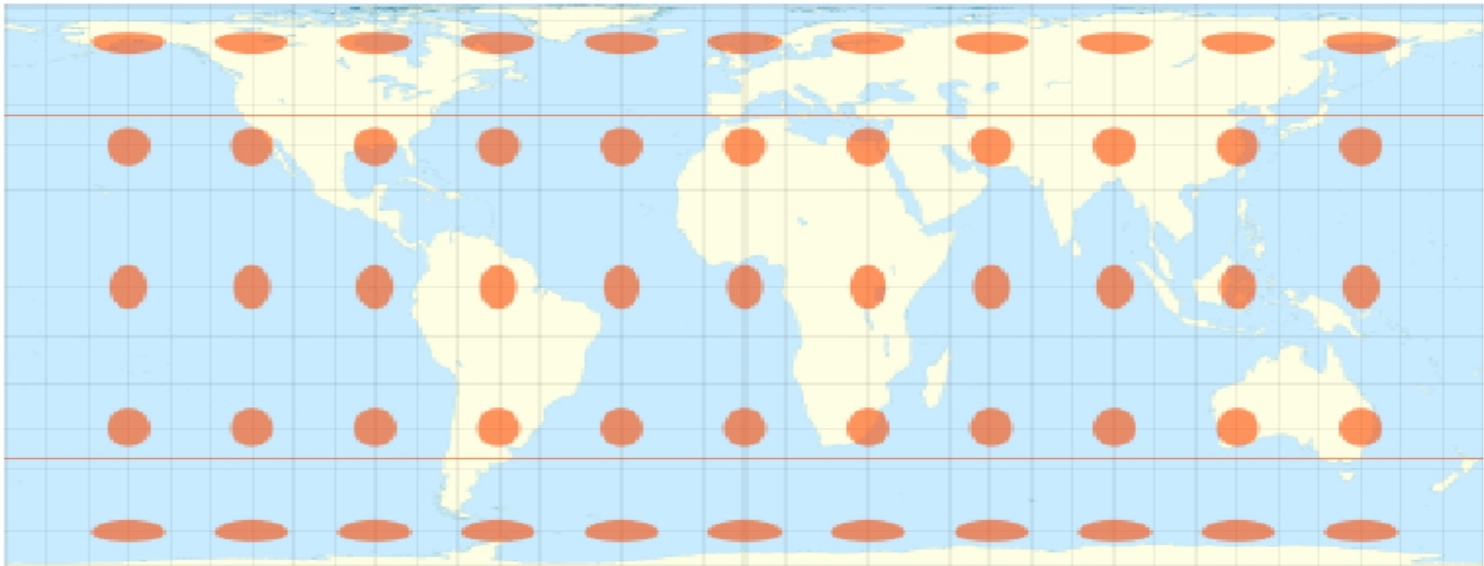
При изображении поверхности Земли на плоскости, т. е. на карте, возникают четыре вида искажений: искажения длины, площади, угла и формы.

Картографические проекции

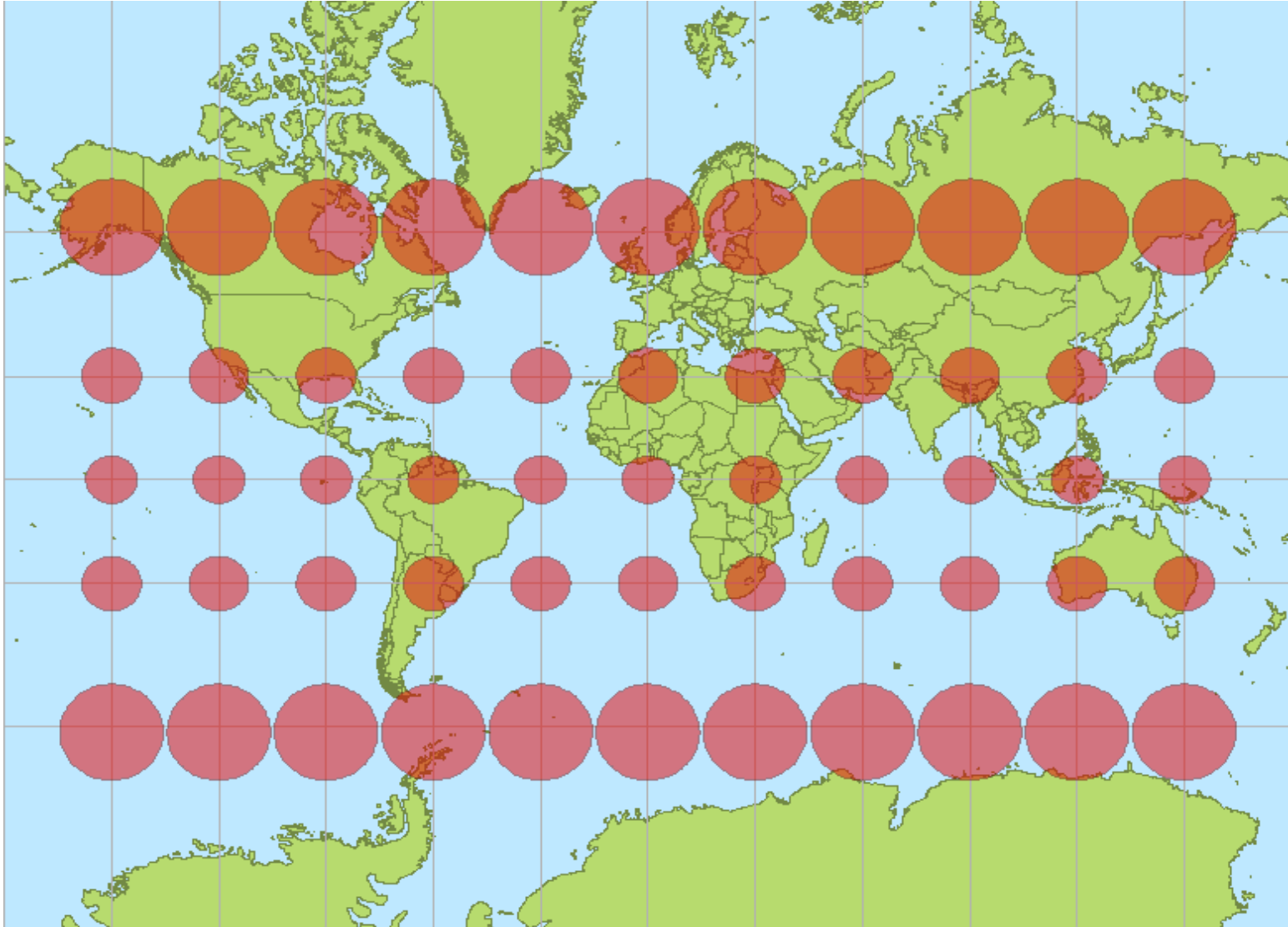
- **Равноугольные** - сохраняющие равенство углов, между направлениями на карте и на земном эллипсоиде
- **Равновеликие** - сохраняющие пропорциональность площадей на карте соответствующим площадям на земном эллипсоиде
- **Равнопромежуточные** - сохраняющие постоянство масштаба по какому-либо направлению
- **Произвольные**

Картографические проекции

На картах *равноплощадных проекций* площадь географических объектов дается точно, без искажений, однако на очень большой территории углы и геометрические формы подвергаются значительным искажениям.

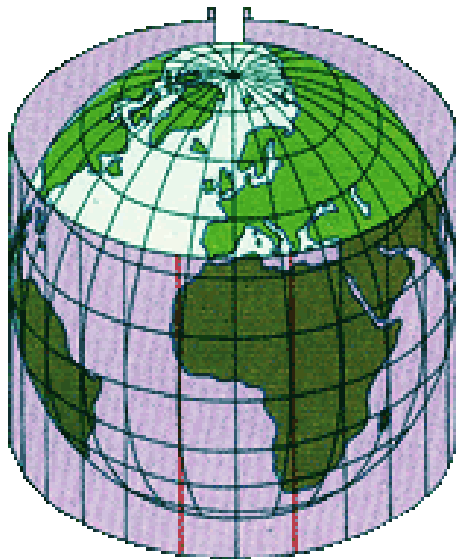


Картографические проекции

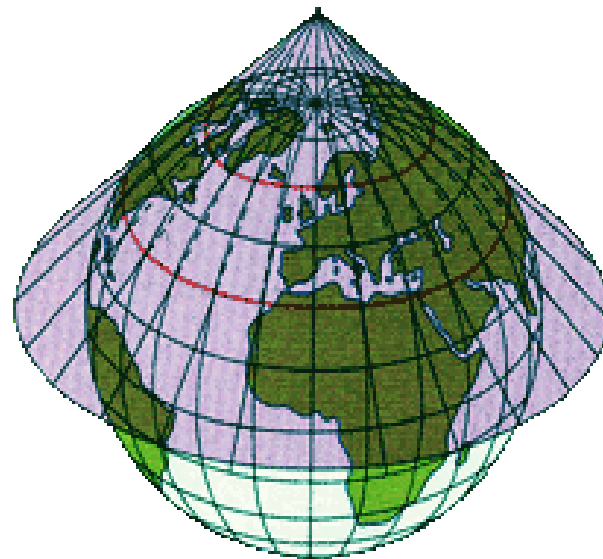


Картографические проекции

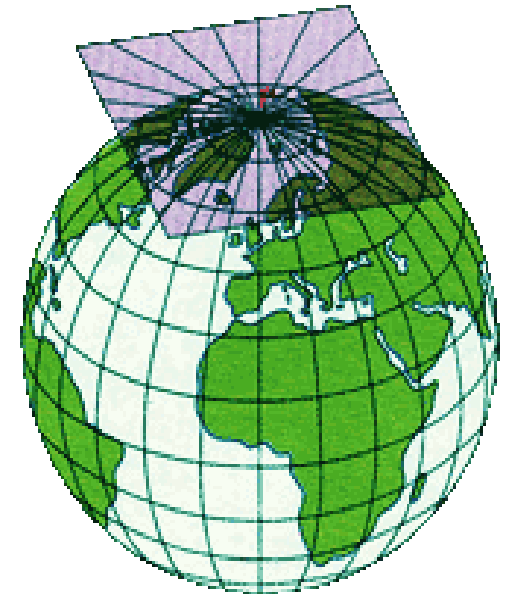
Цилиндрическая



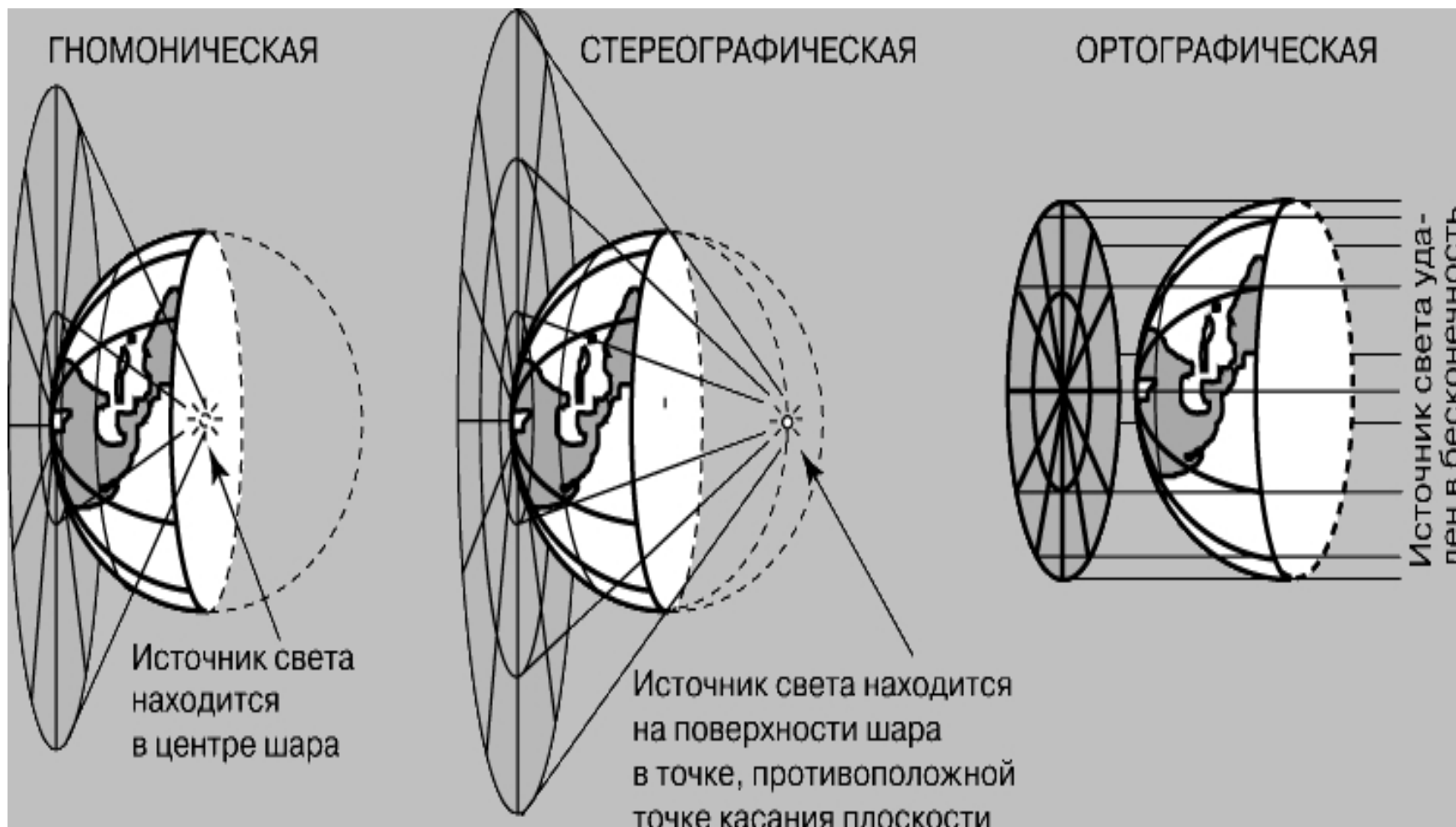
Коническая



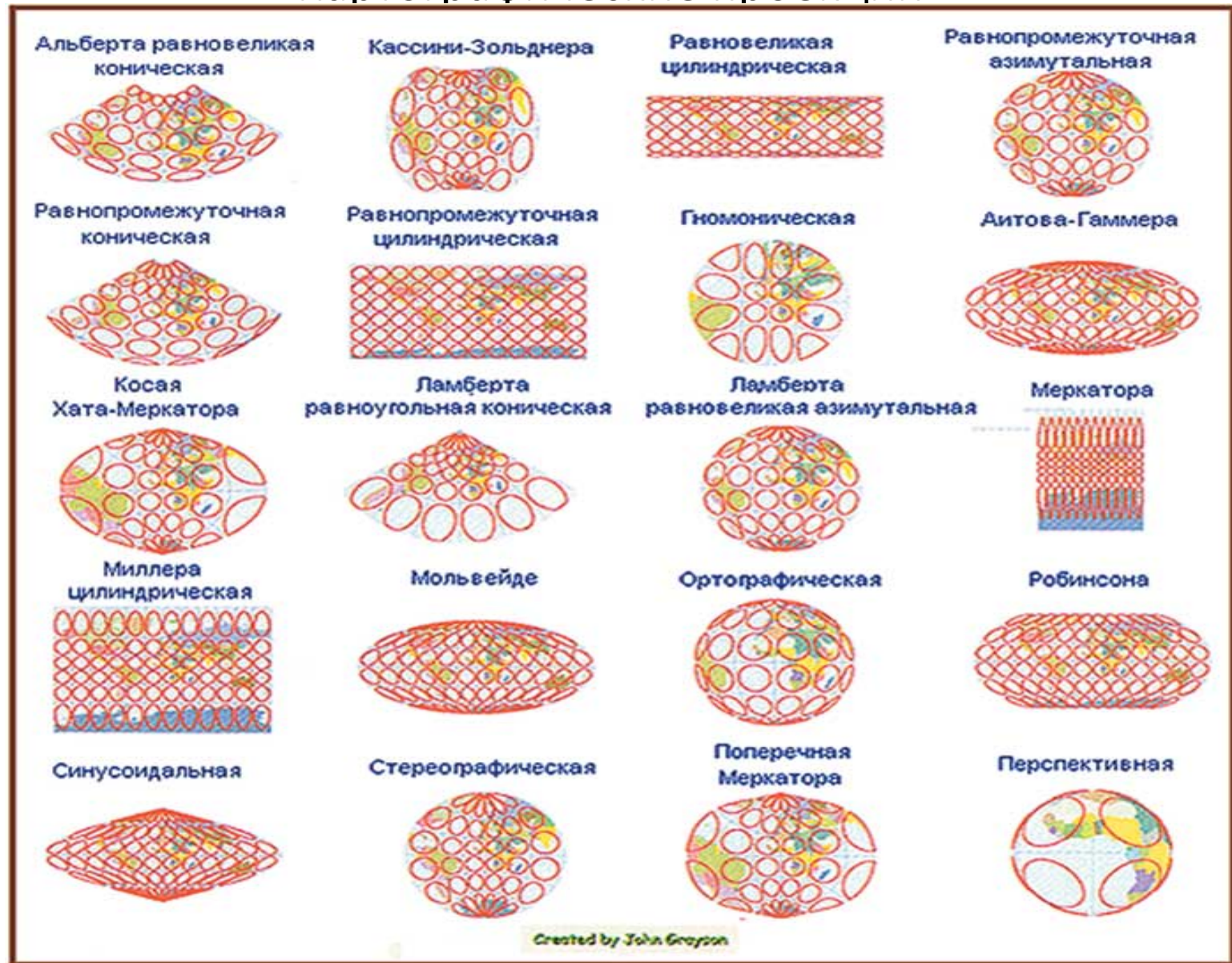
Азимутальная



Картографические проекции



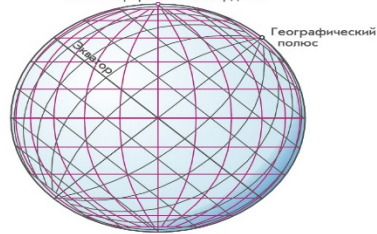
Картографические проекции



КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

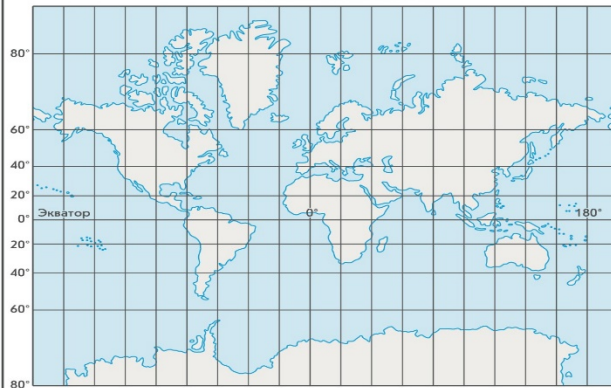
СЕТИ СФЕРИЧЕСКИХ КООРДИНАТНЫХ ЛИНИЙ

Полус сферических координат

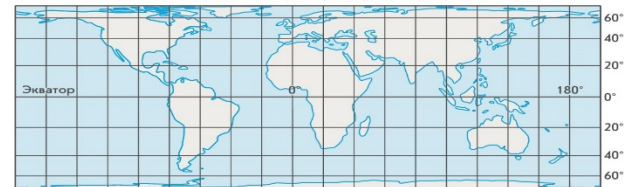


ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

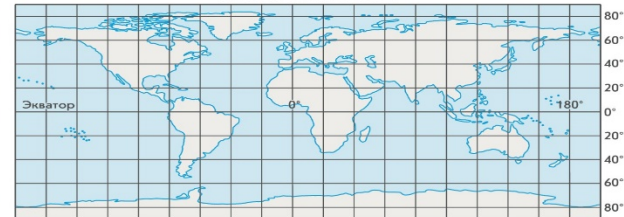
РАВНОУГОЛЬНАЯ МЕРКАТОРА



РАВНОВЕЛИКАЯ (ИЗОЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ)

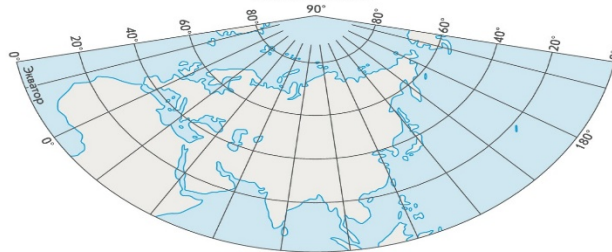


РАВНОПРОМЕЖУТОЧНАЯ

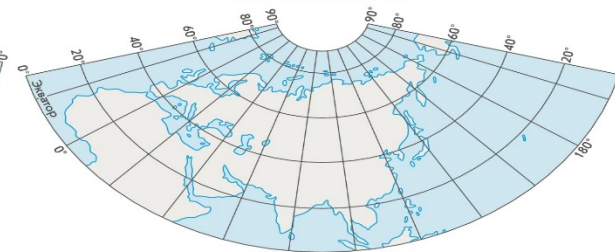


КОНИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

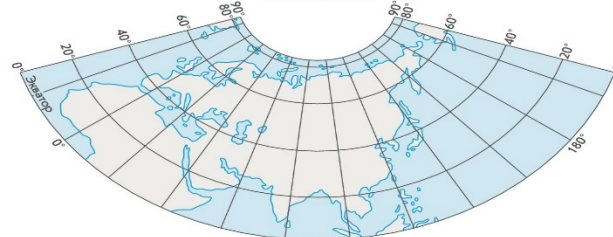
РАВНОУГОЛЬНАЯ



РАВНОПРОМЕЖУТОЧНАЯ

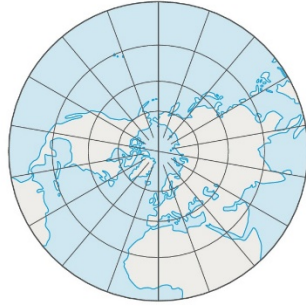


РАВНОВЕЛИКАЯ



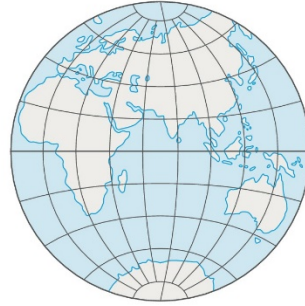
КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

НОРМАЛЬНАЯ РАВНОУГОЛЬНАЯ (СТЕРЕОГРАФИЧЕСКАЯ)



АЗИМУТАЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ

ПОПЕРЕЧНАЯ РАВНОПРОМЕЖУТОЧНАЯ

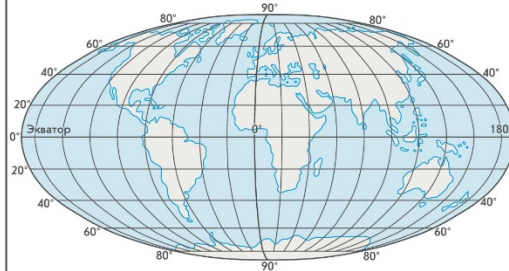


КОСАЯ РАВНОВЕЛИКАЯ

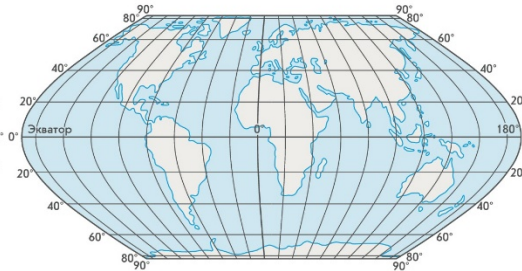


ПСЕВДОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

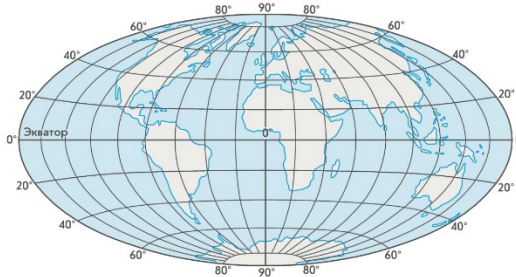
РАВНОВЕЛИКАЯ ПРОЕКЦИЯ МОЛЬВЕЙДЕ



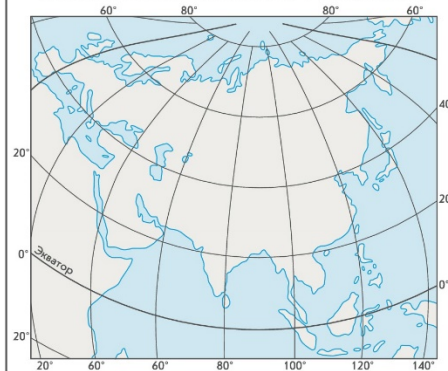
РАВНОВЕЛИКАЯ СИНУСОИДАЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ В. В. КАВРАЙСКОГО



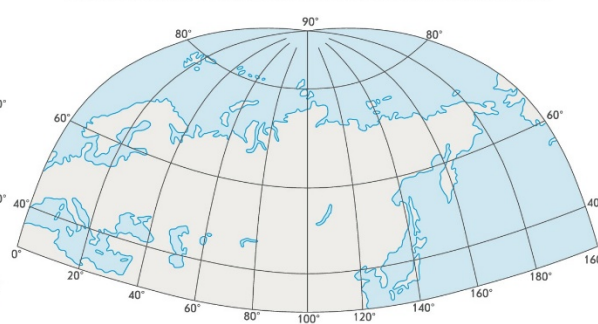
ПРОИЗВОДНАЯ РАВНОВЕЛИКАЯ ПРОЕКЦИЯ АЙТОВА – ГАММЕРА



ПСЕВДОКОНИЧЕСКАЯ РАВНОВЕЛИКАЯ ПРОЕКЦИЯ БОННА



КОСАЯ ПЕРСПЕКТИВНО-ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ М. Д. СОЛОВЬЕВА



КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

ПОЛИКОНИЧЕСКАЯ ПРОИЗВОЛЬНАЯ ПРОЕКЦИЯ Г.А. ГИНЗБУРГА

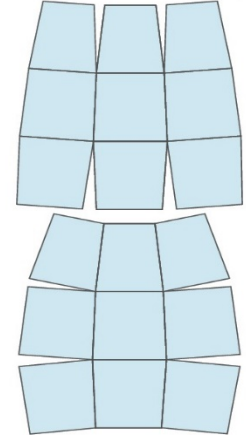


МНОГОГРАННАЯ ПРОЕКЦИЯ

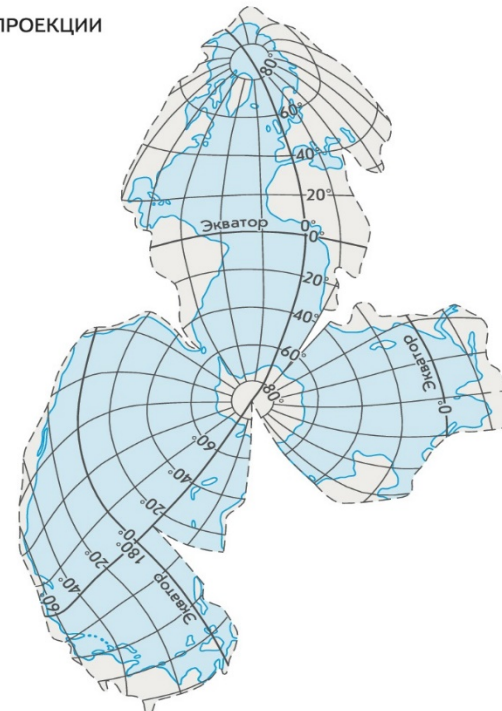
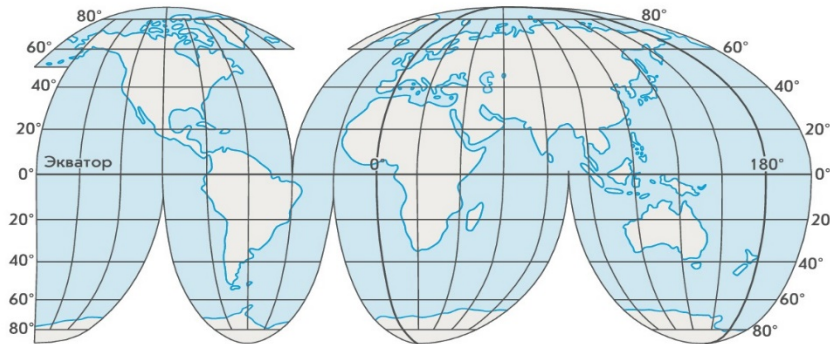
Схема проекции



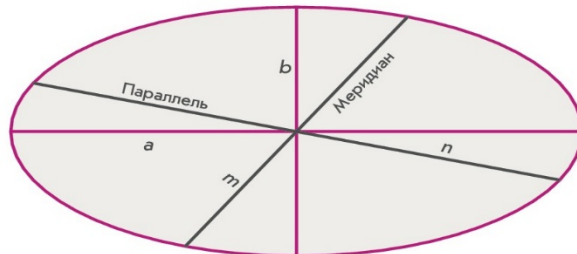
Расположение листов карт



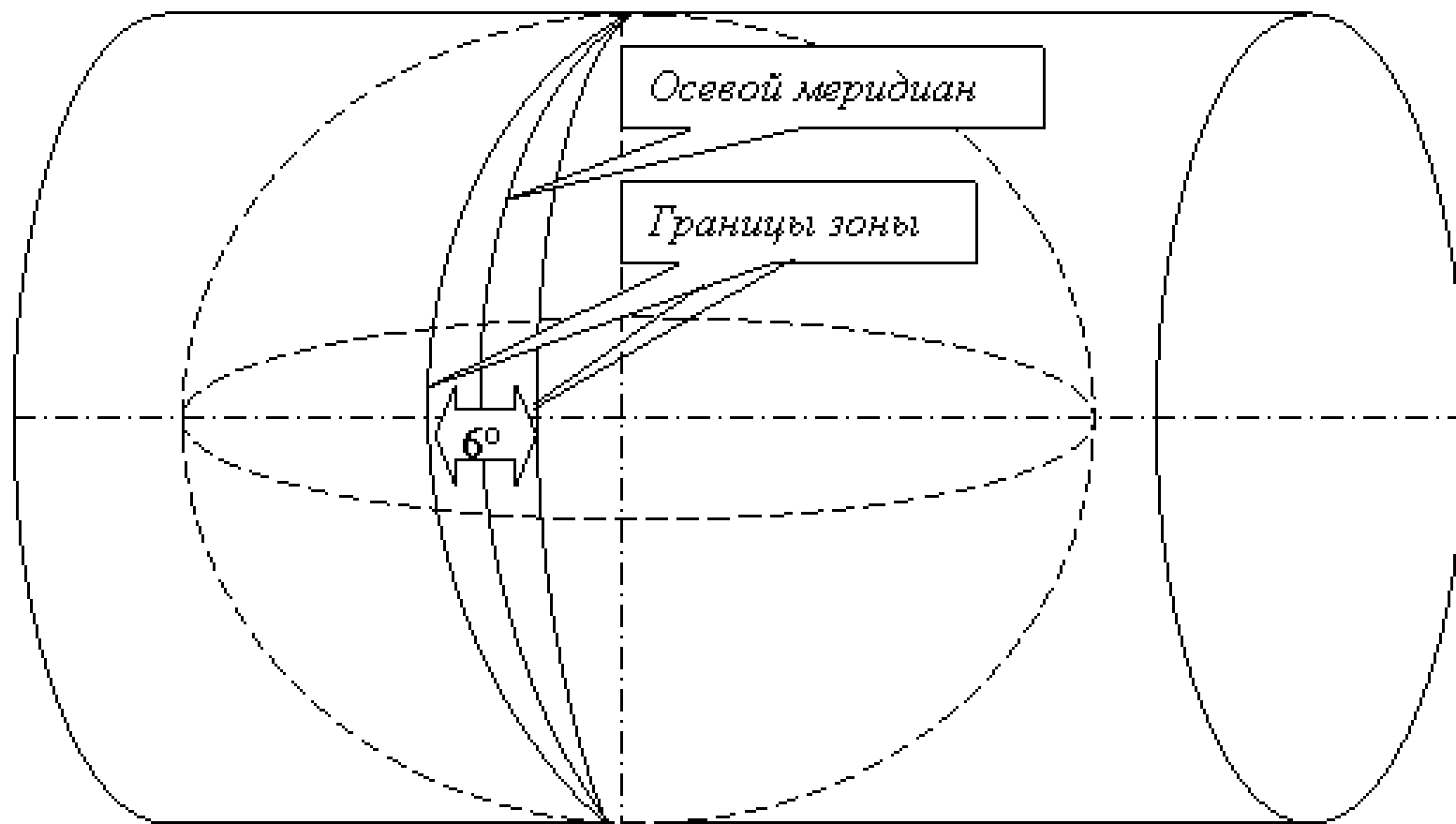
РАЗОРВАННЫЕ ПРОЕКЦИИ



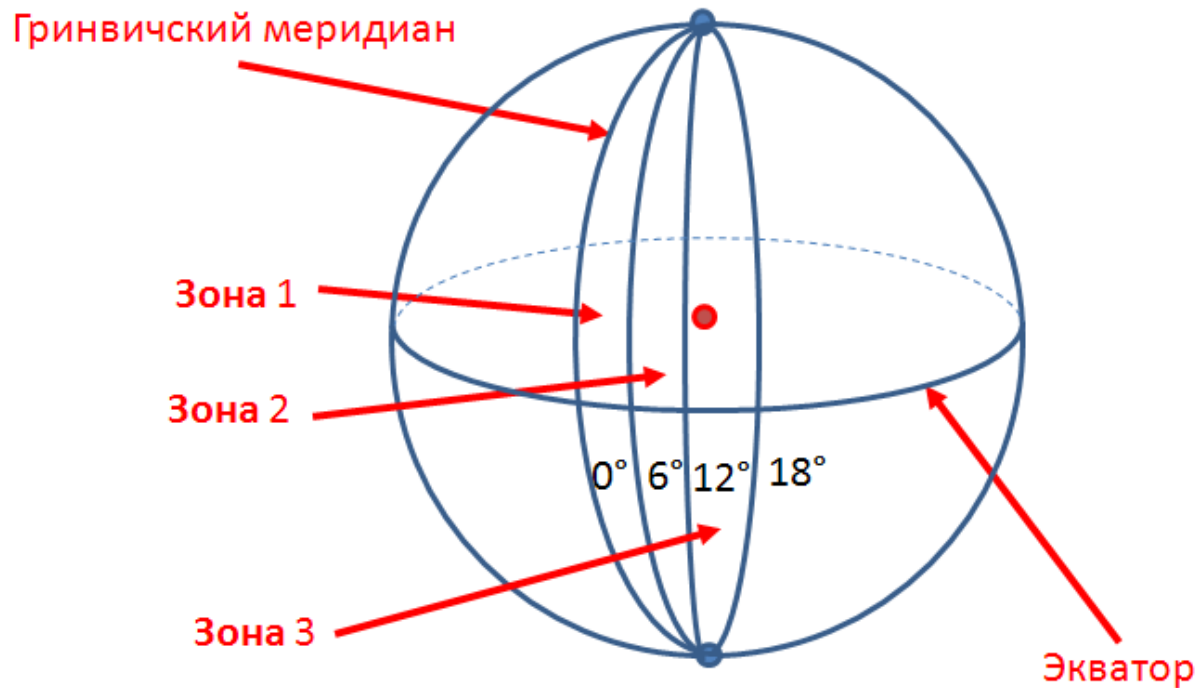
ЭЛЛИПС ИСКАЖЕНИЙ



Проекция Гаусса-Крюгера

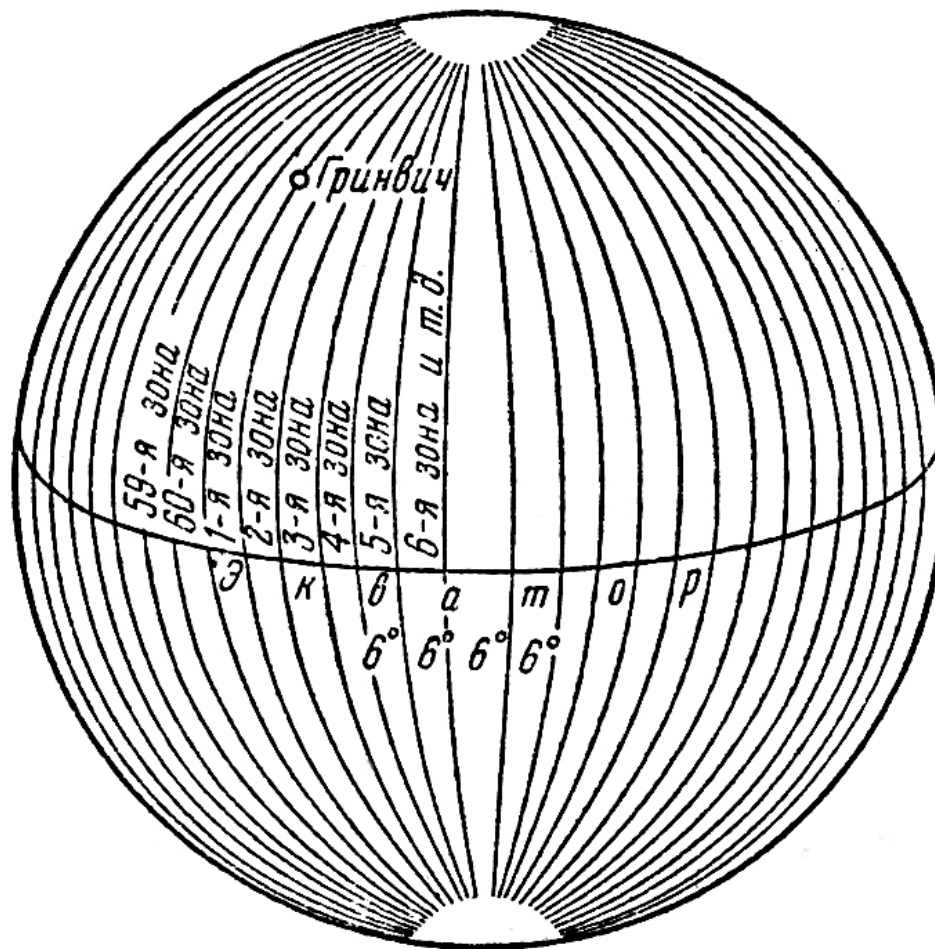


Проецирование поверхности Земли на плоскость

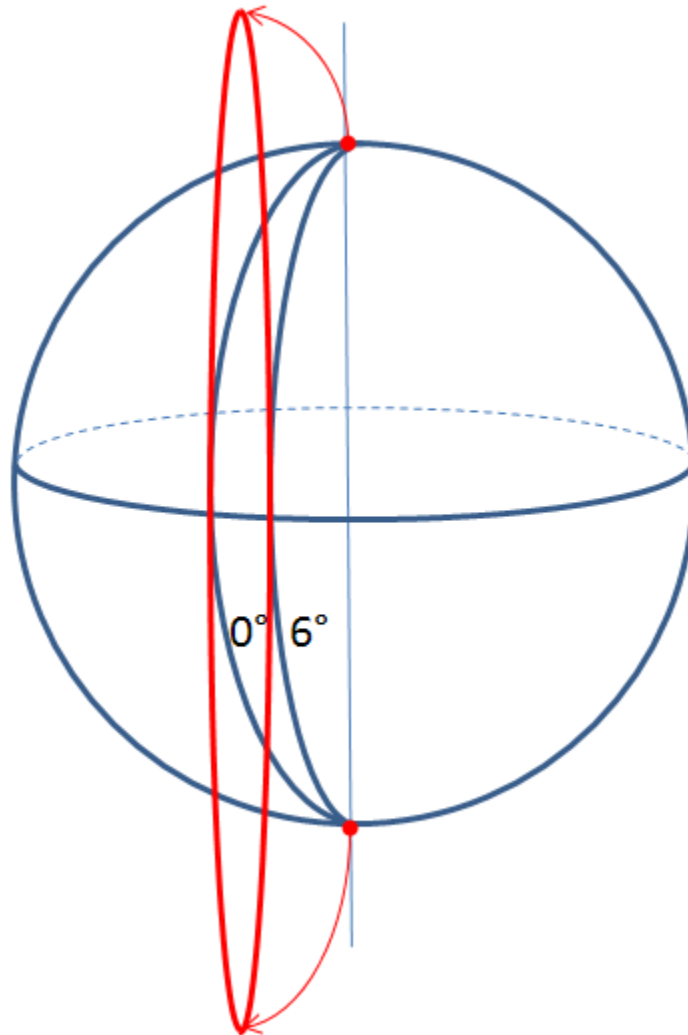


Поверхность Земли делится меридианами на зоны, через 6° долготы. Зоны нумеруются с 1-й по 60-ю, начиная с Гринвичского меридиана.

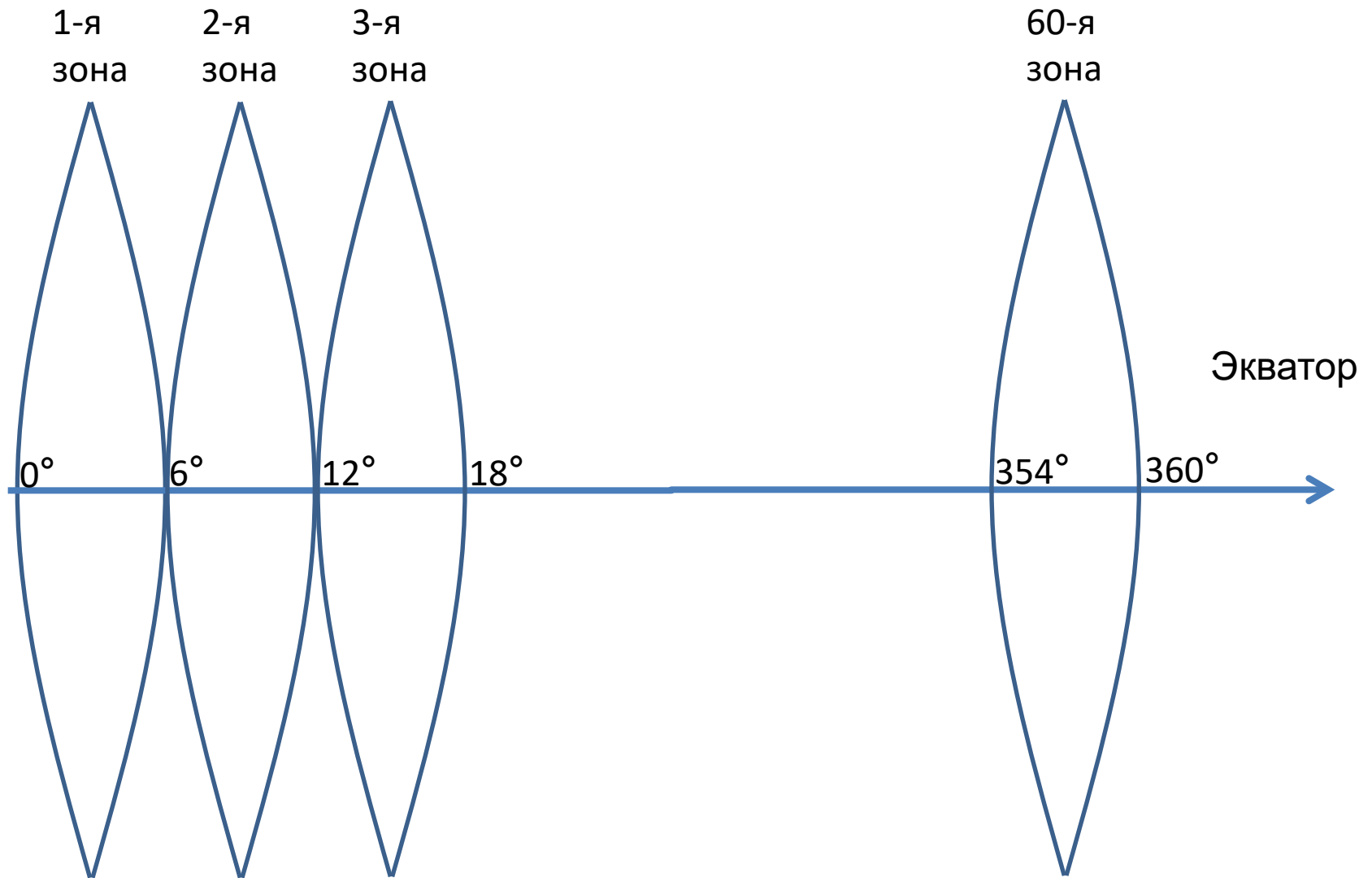
Проецирование поверхности Земли на плоскость



Разворачивание зоны на плоскость

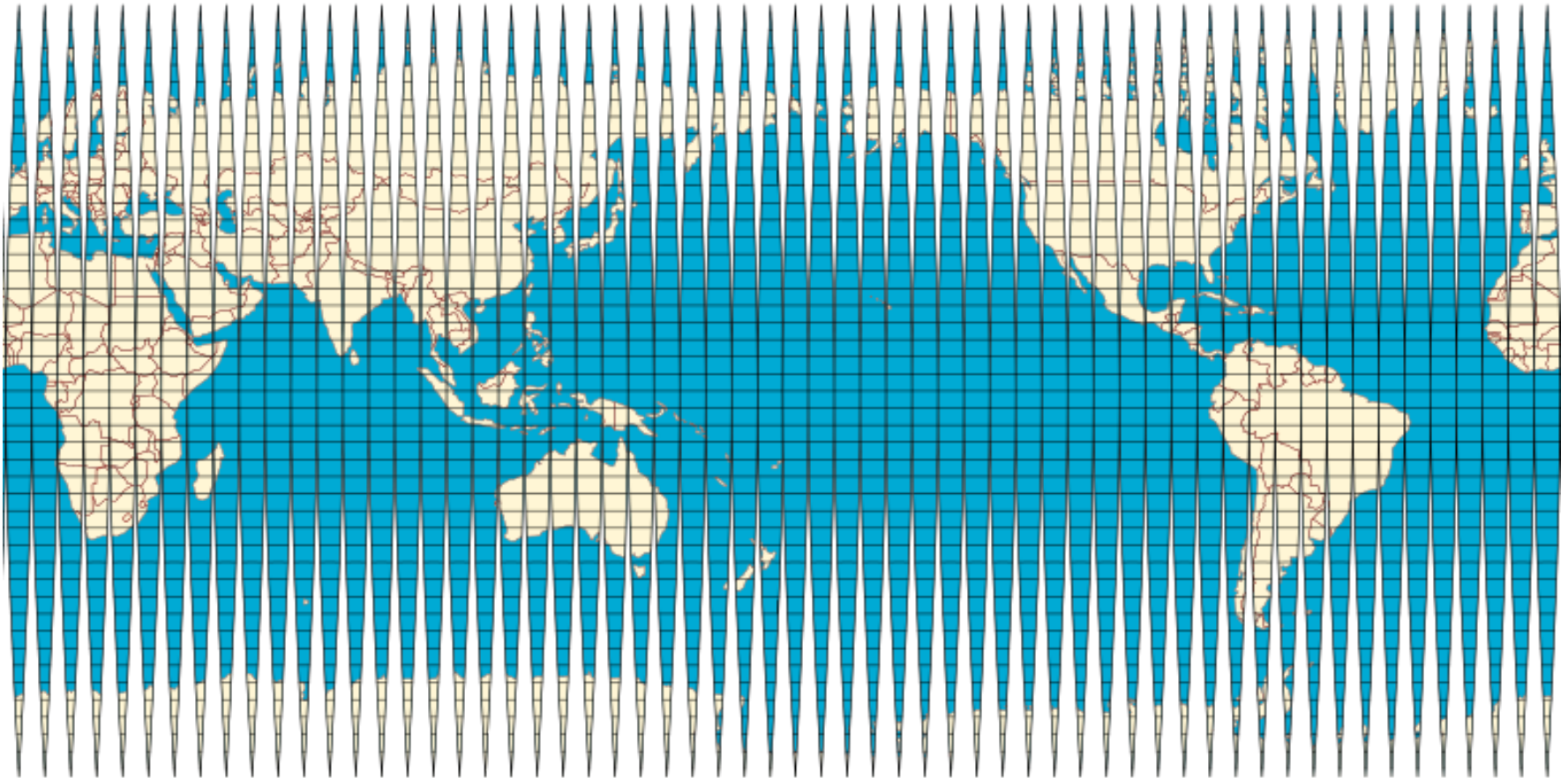


Разворачивание зоны на плоскость

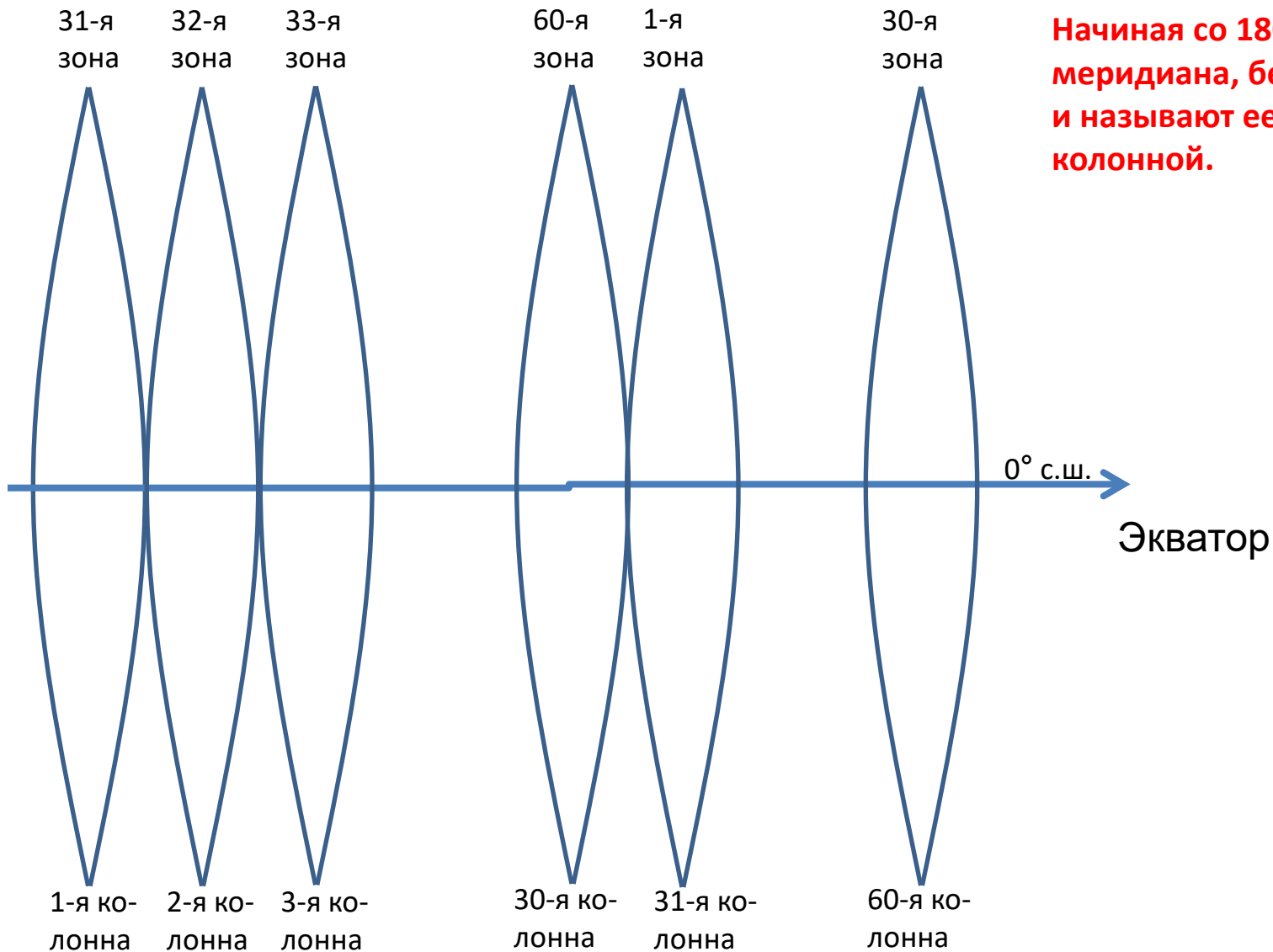


Разворачивание зон на плоскость

Зоны с 1-й по 60-ю

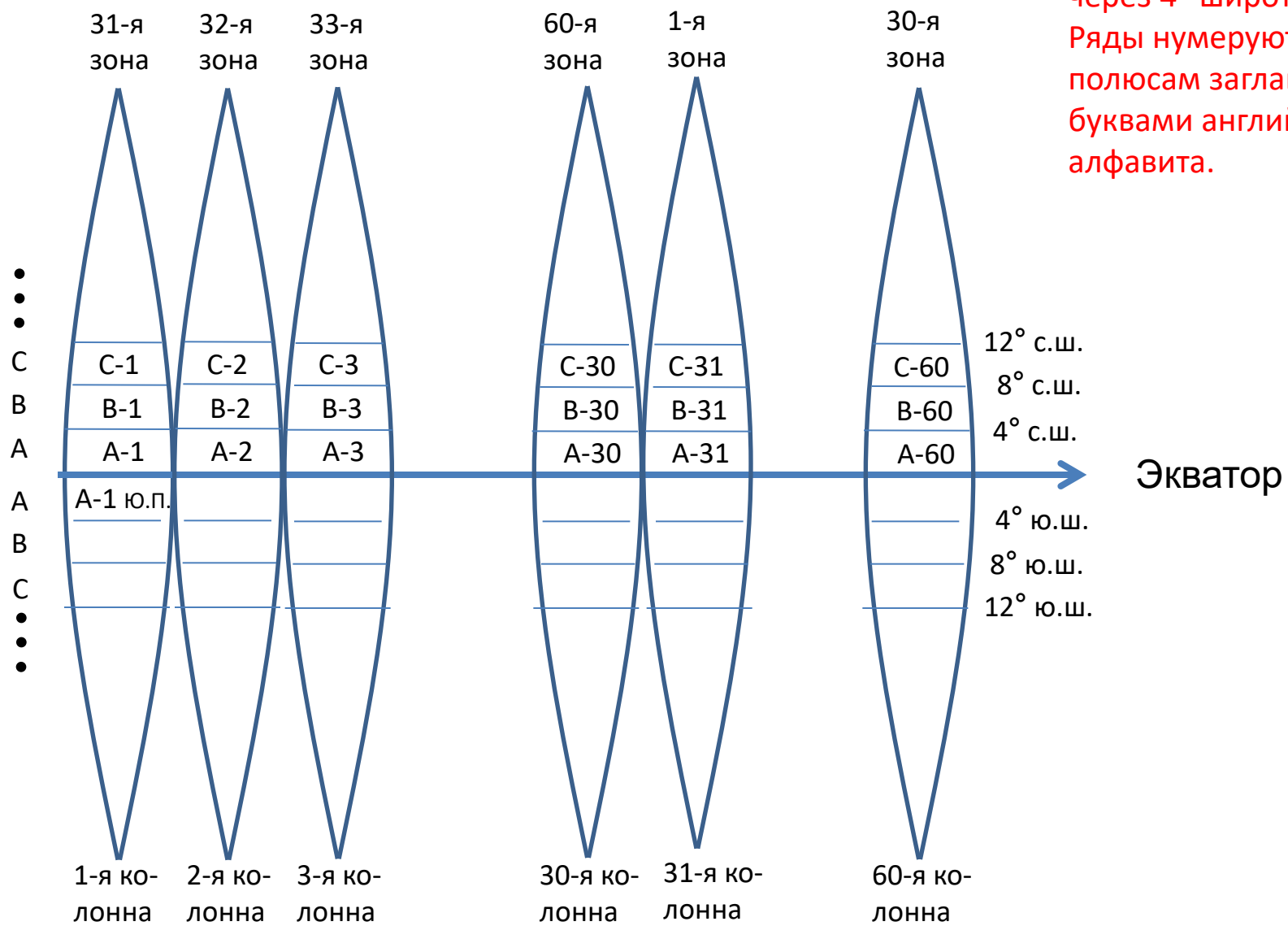


Деление поверхности Земли под карты масштаба 1:1 000 000



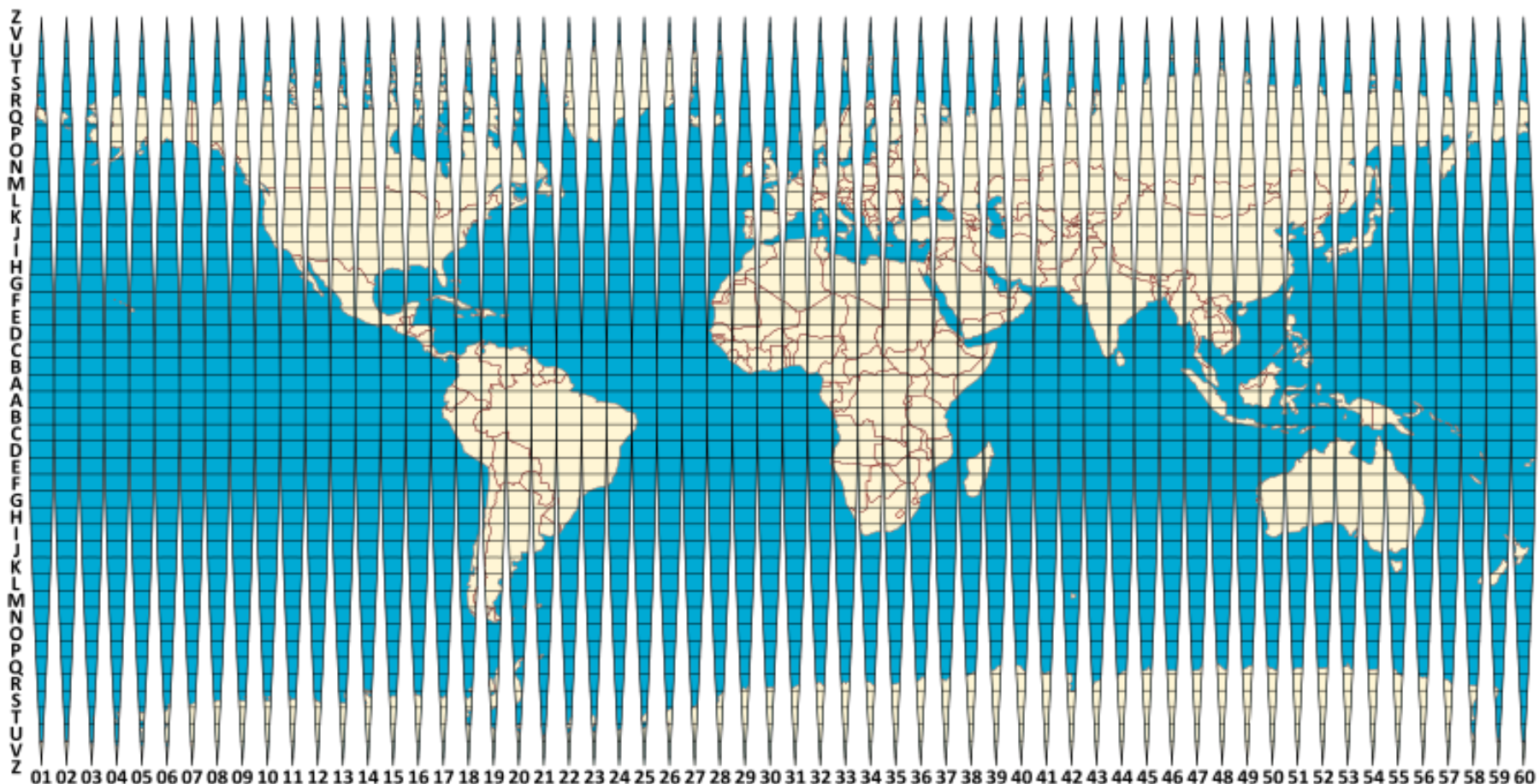
Деление поверхности Земли под карты масштаба 1:1 000 000

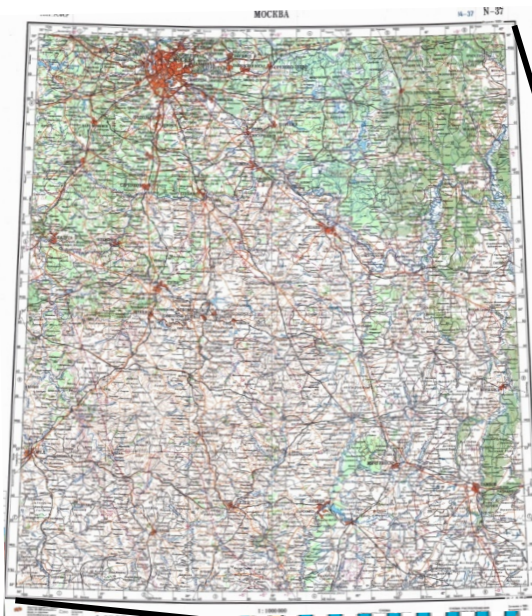
Колонну делят параллелями через 4° широты на ряды. Ряды нумеруют от экватора к полюсам заглавными буквами английского алфавита.



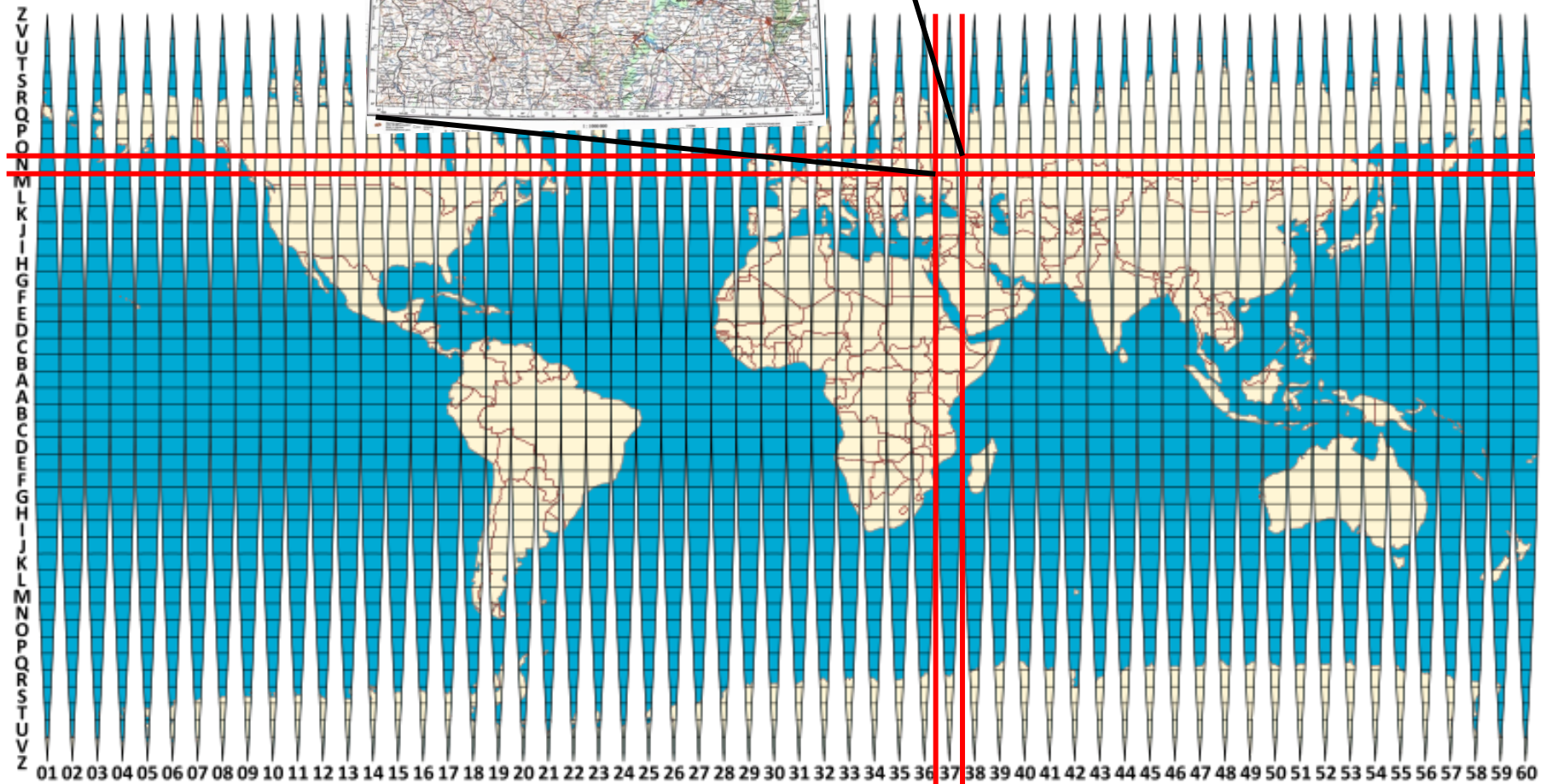
Номенклатура карты масштаба 1:1 000 000

Каждый участок земной поверхности размерами 6° долготы на 4° широты переносится на карту масштабом 1:1 000 000. Каждая карта масштаба 1:1 000 000 обозначается через букву ряда и номер колонны. Это обозначение называется номенклатурой карты.

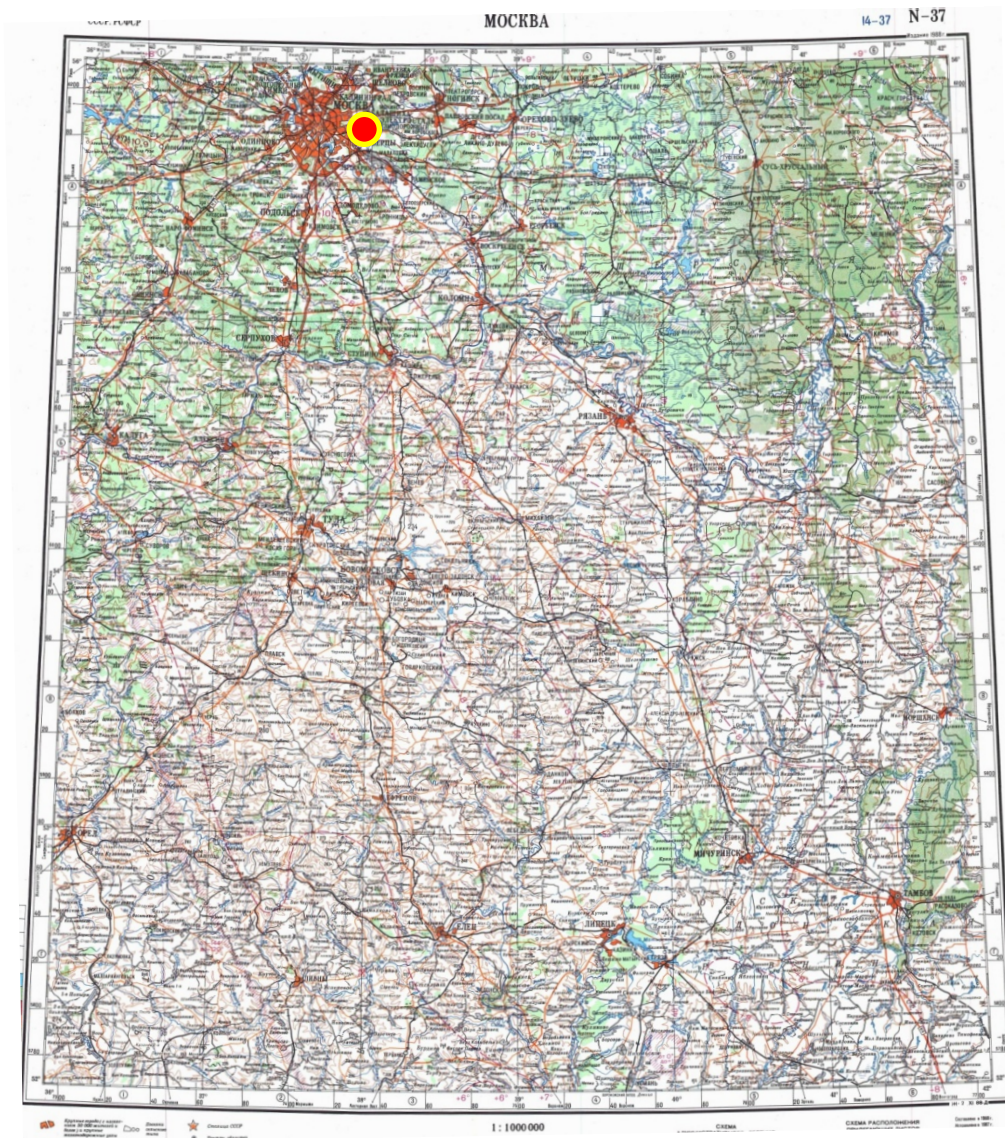




Пример для карты с Москвой – **N-37**.
Для карт южного полушария к номенклатуре добавляют (Ю. П.).
Пример – **N-37 (Ю. П.)**.



Карта масштаба 1 : 1 000 000



● Вы находитесь
здесь

Масштаб

Масштаб – величина, показывающая, во сколько раз линия, нанесенная на карту, меньше ее действительных размеров.

Масштаб 1:1 000 000 :

1 сантиметр на карте соответствует 1 000 000 сантиметров на местности.

Простое правило – убрать последние два нуля и получить, сколько метров в одном сантиметре карты:

1:1 000 000 → в одном сантиметре на карте 10 000 метров на местности.

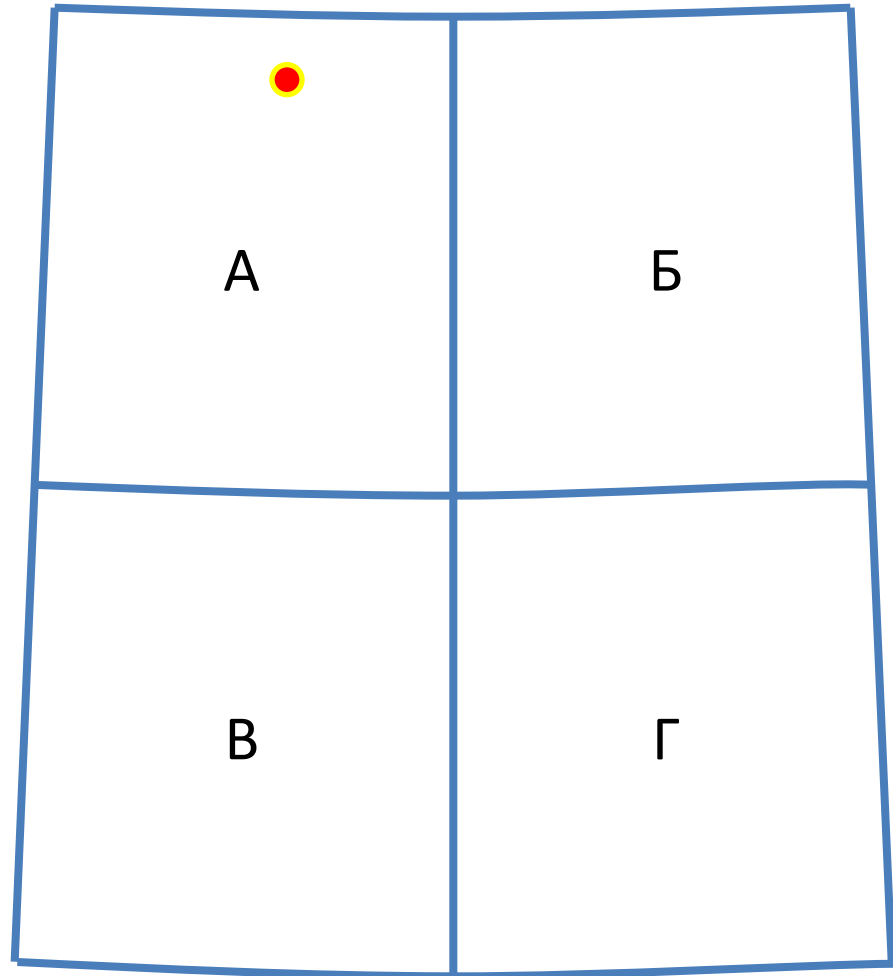
Генерализация – процесс научно-обоснованного отбора и обобщения географических объектов и явлений для отображения их на карте. Отбор происходит в соответствии с масштабом, назначением карты и географическими особенностями картографируемой территории.

Получение карты масштабом 1:500 000

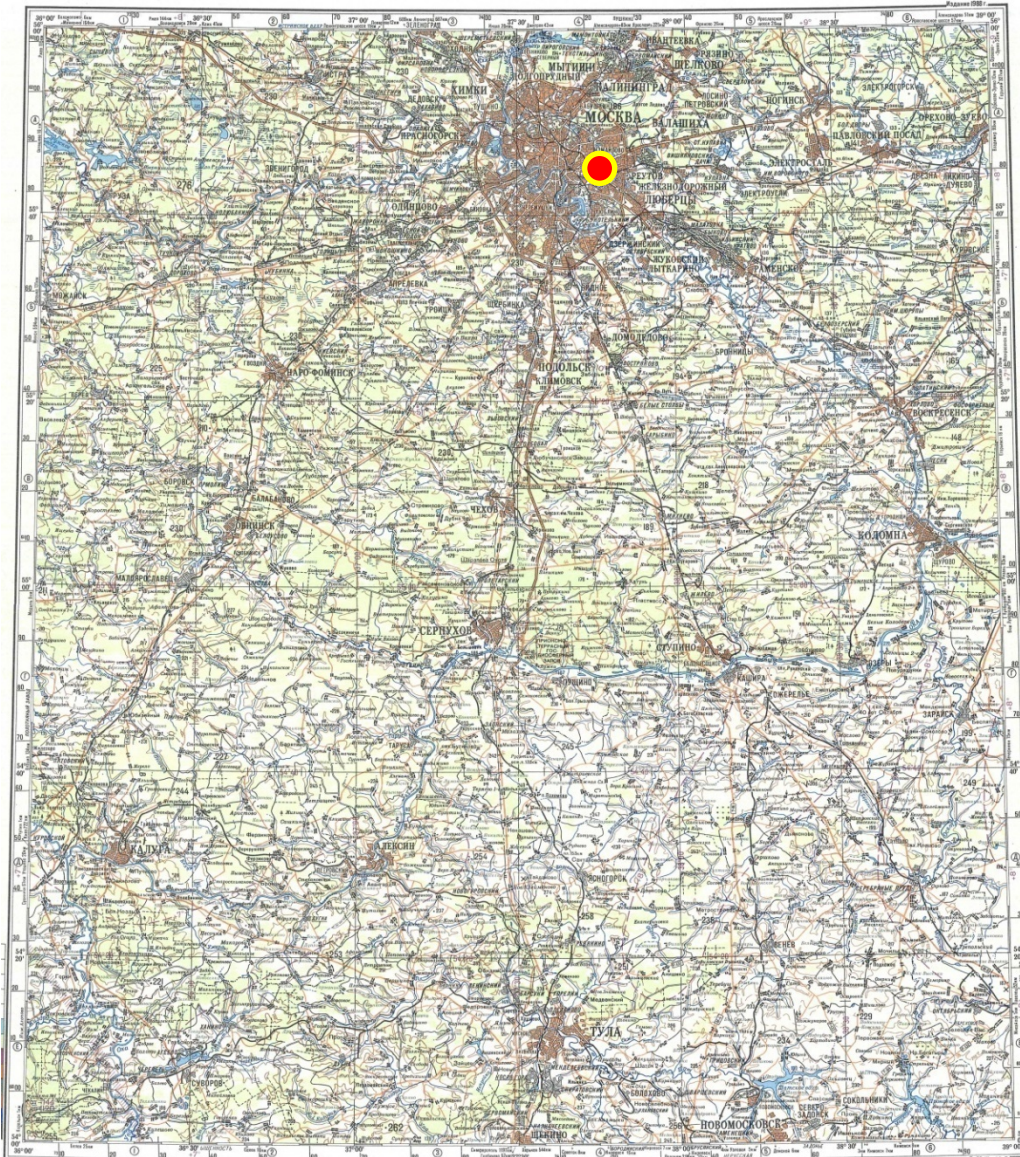
N-37

Из одного листа карты **N-37**
масштабом 1:1 000 000
получается четыре листа
карты масштаба 1: 500 000.

Номенклатура листа с
точкой **N-37-A**



Карта масштаба 1 : 500 000



Получение карты масштабом 1:200 000

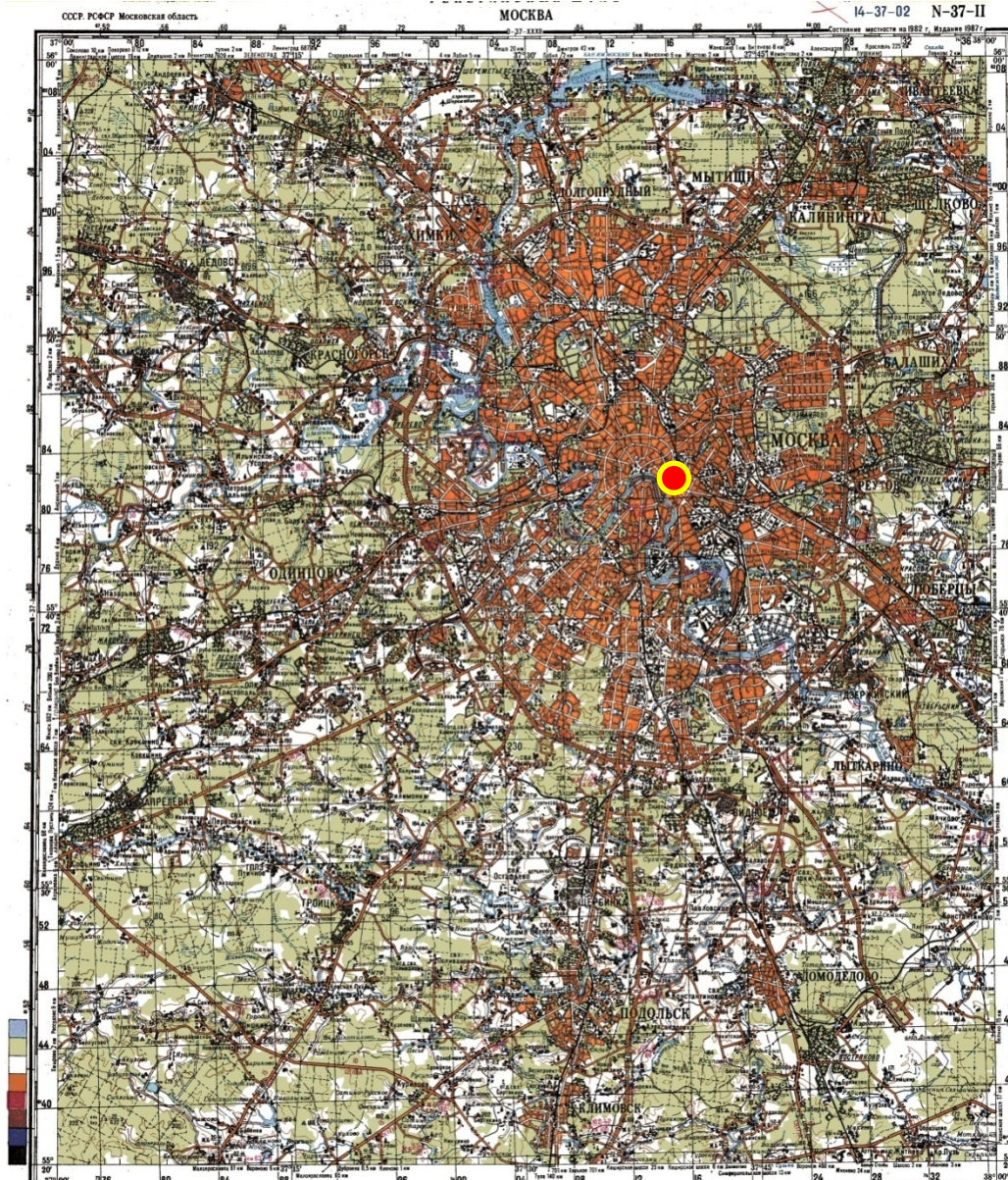
Из одного листа карты **N-37** масштабом 1:1 000 000 получается 36 листов карты масштаба 1: 200 000.

Номенклатура листа с точкой **N-37-II**

N-37

I	II	III	IV	V	VI
VII	VIII	XIX	X	XI	XII
XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV
XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI

Карта масштаба 1 : 200 000



Получение карты масштабом 1:100 000

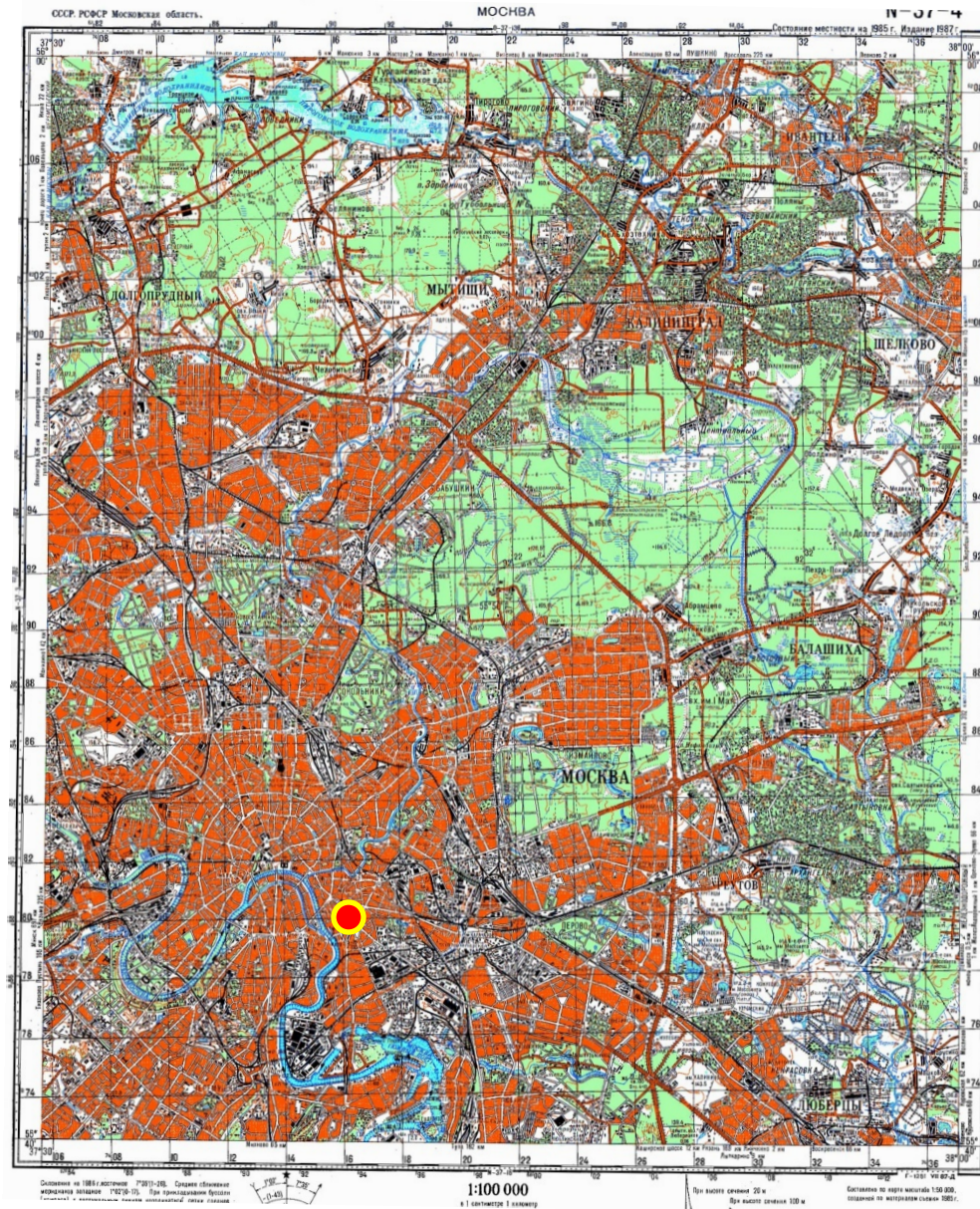
N-37

Из одного листа карты **N-37**
масштабом 1:1 000 000
получается 144 листа карты
масштаба 1: 100 000.

Номенклатура листа с
точкой **N-37-4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

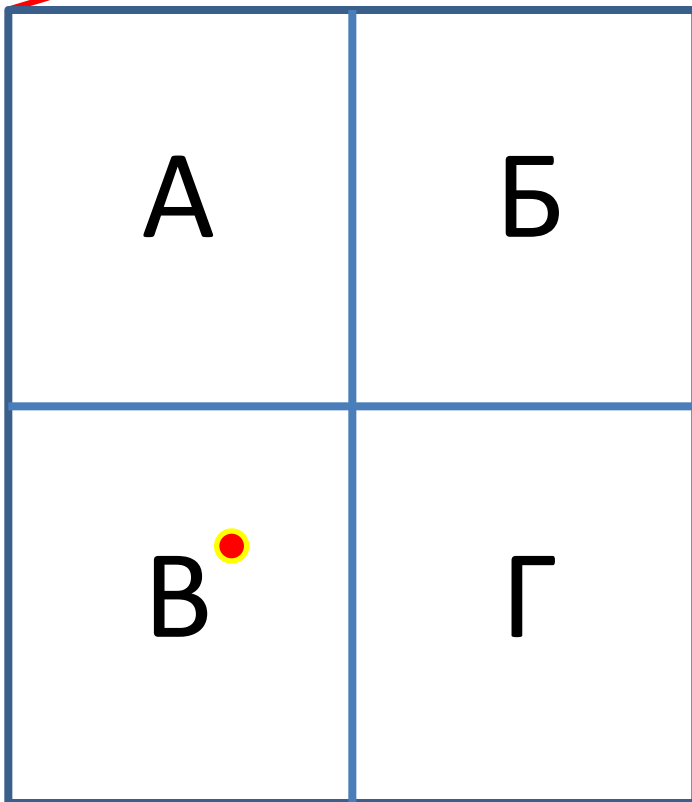
Карта масштаба 1 : 100 000



Получение карты масштабом 1:50 000

Из одного листа карты
масштабом 1:100 000
получается четыре листа
карты масштаба 1: 50 000.

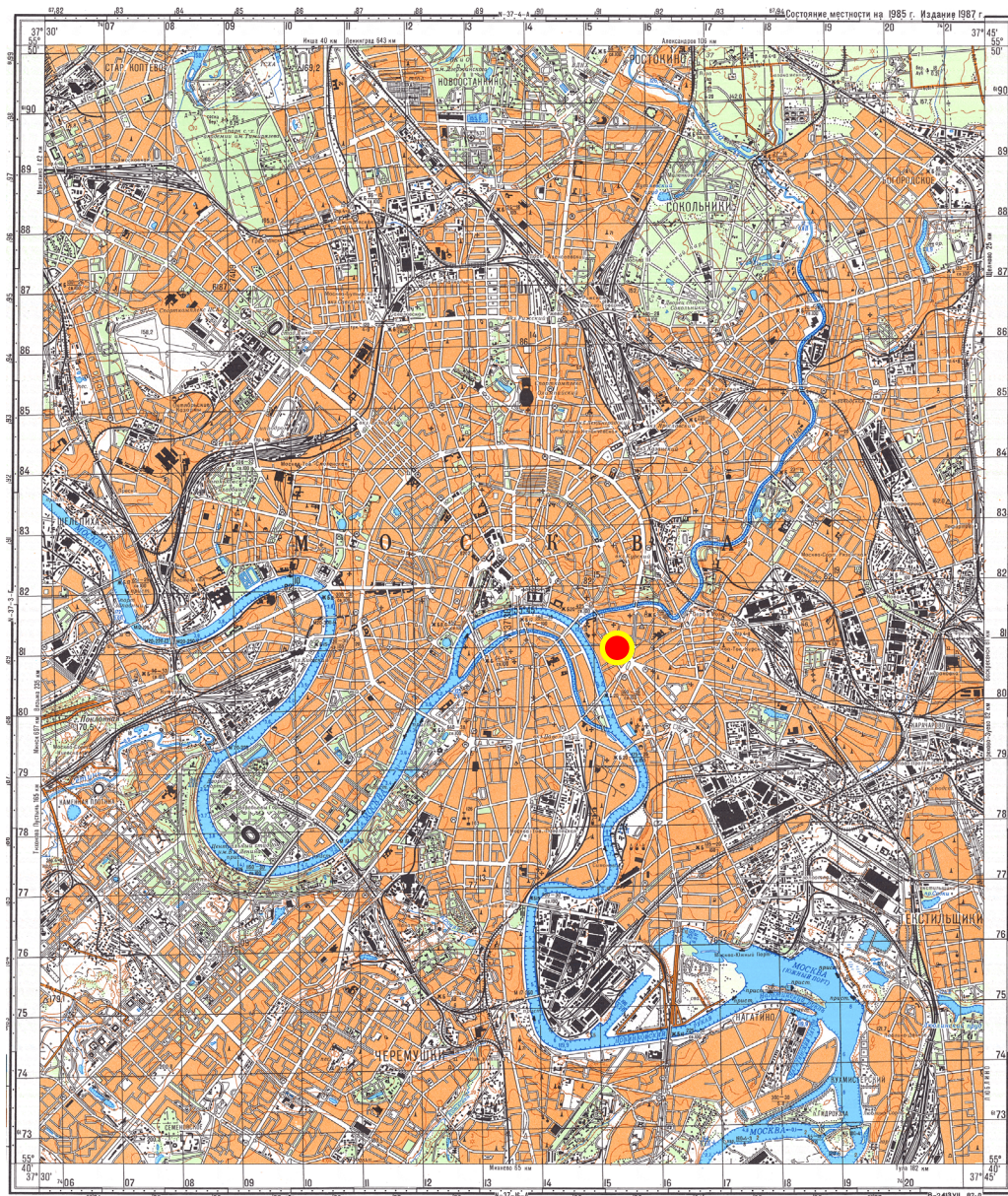
Номенклатура листа с точкой
N-37-4-B



N-37

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

Карта масштаба 1 : 50 000

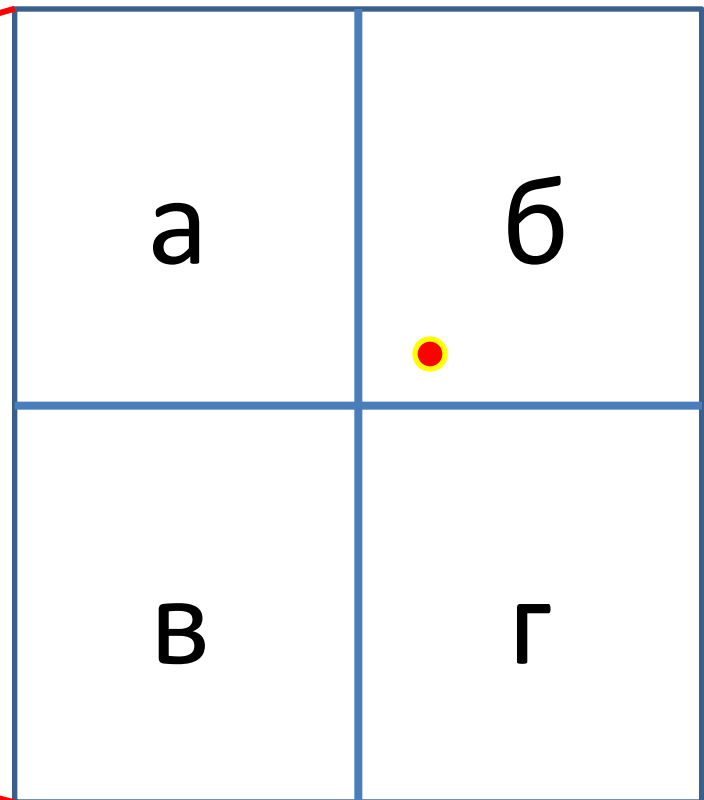
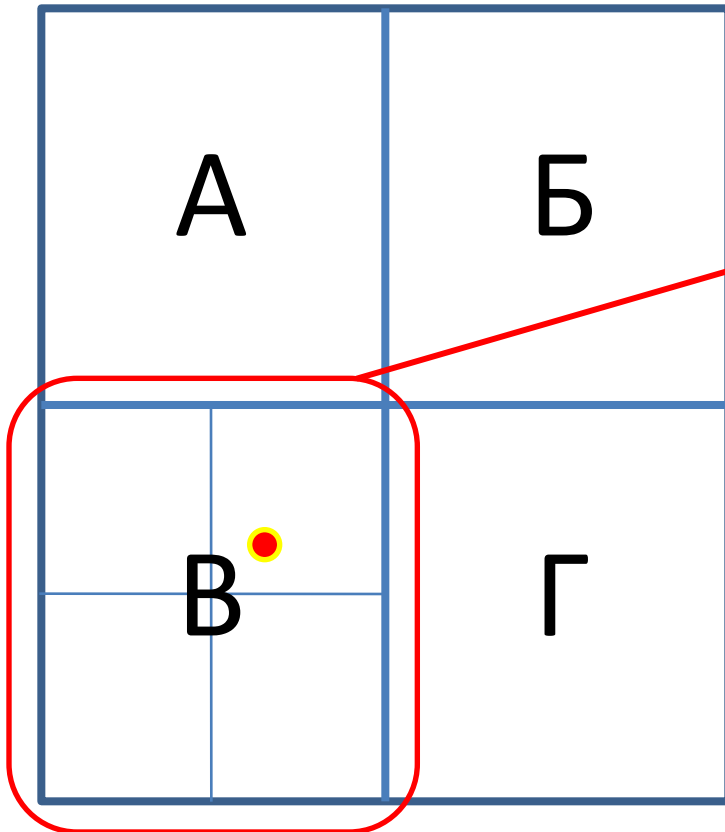


Получение карты масштабом 1:25 000

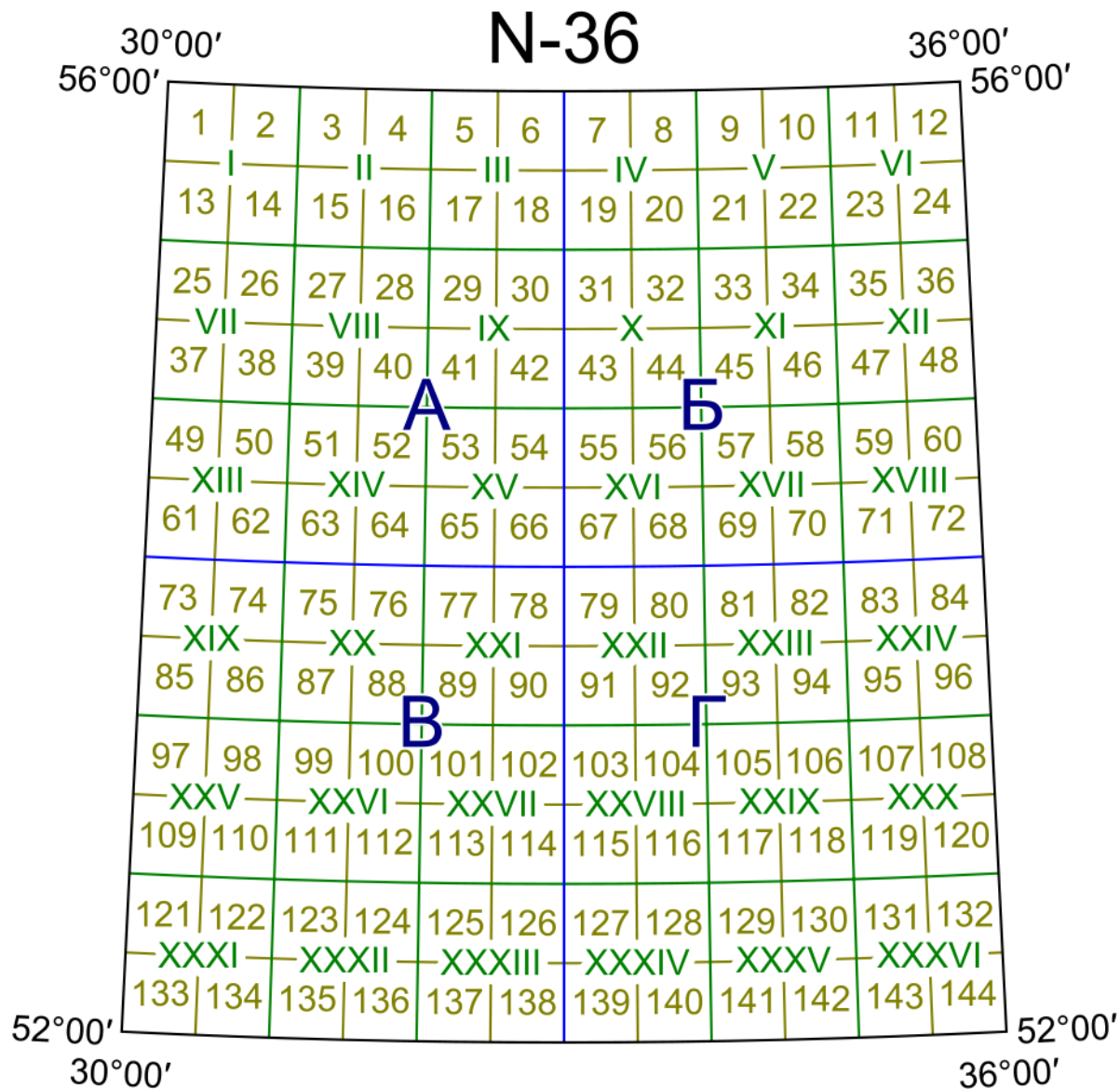
Из одного листа карты
масштабом 1:50 000
получается четыре листа
карты масштаба 1: 25 000.

Номенклатура листа с точкой
N-37-4-B-6

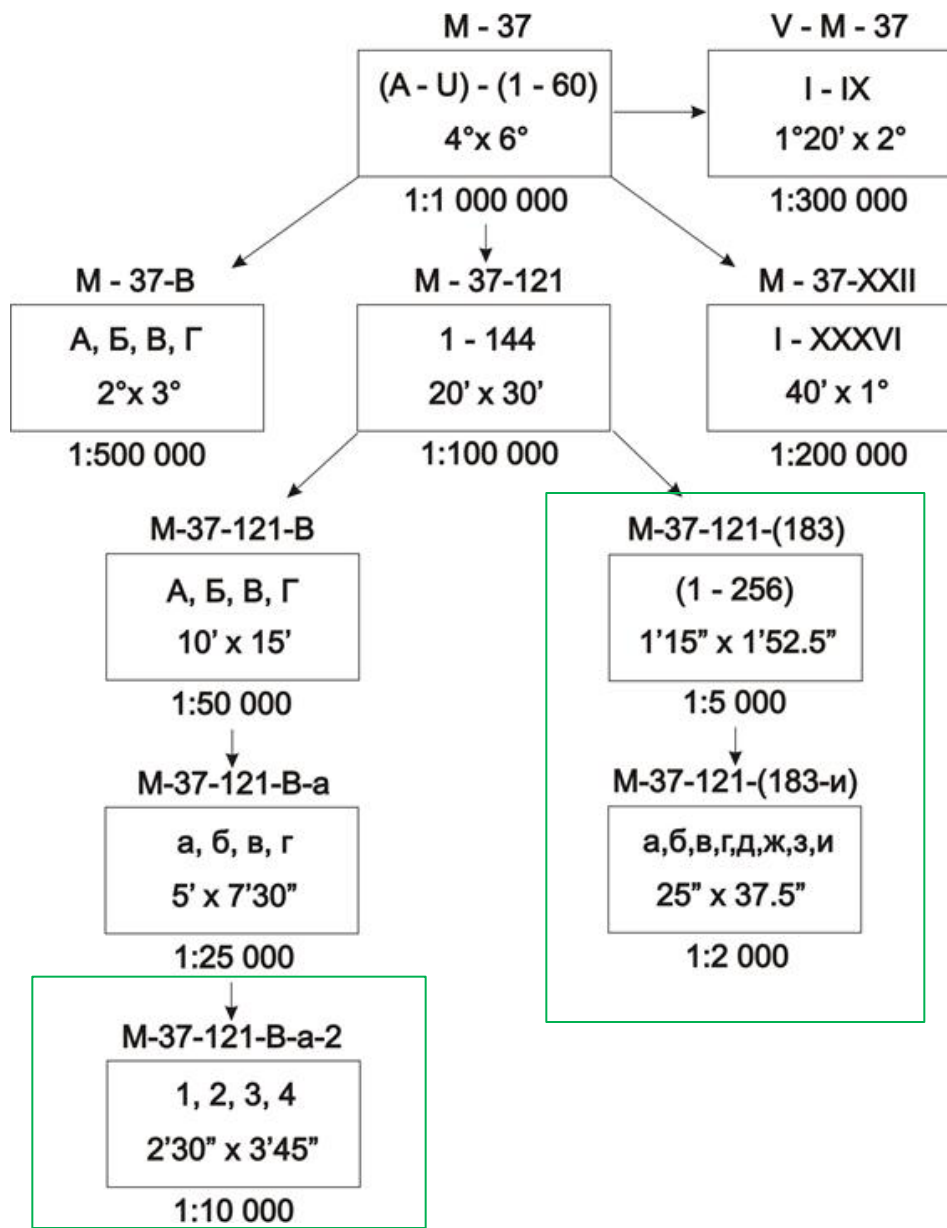
N-37-4-B



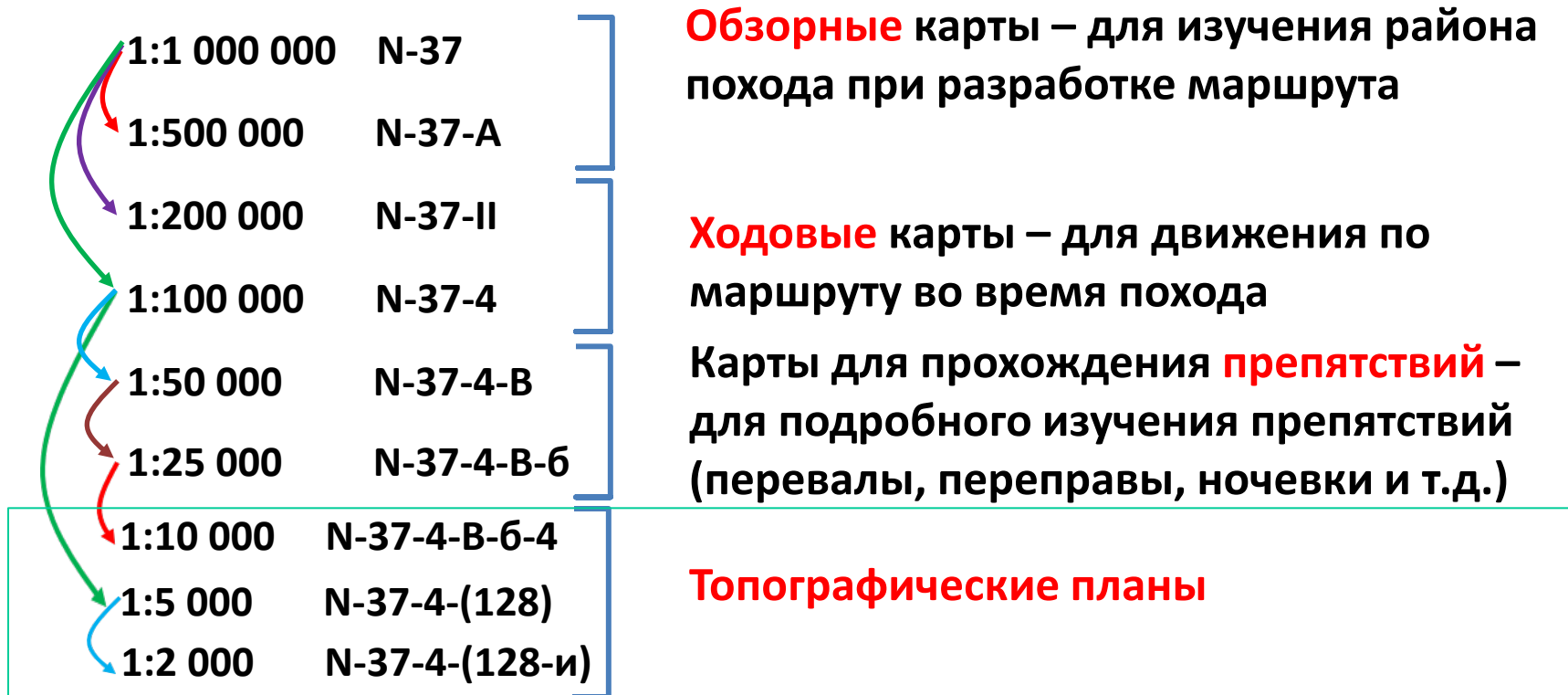
Номенклатура топографических карт



Номенклатура топографических карт

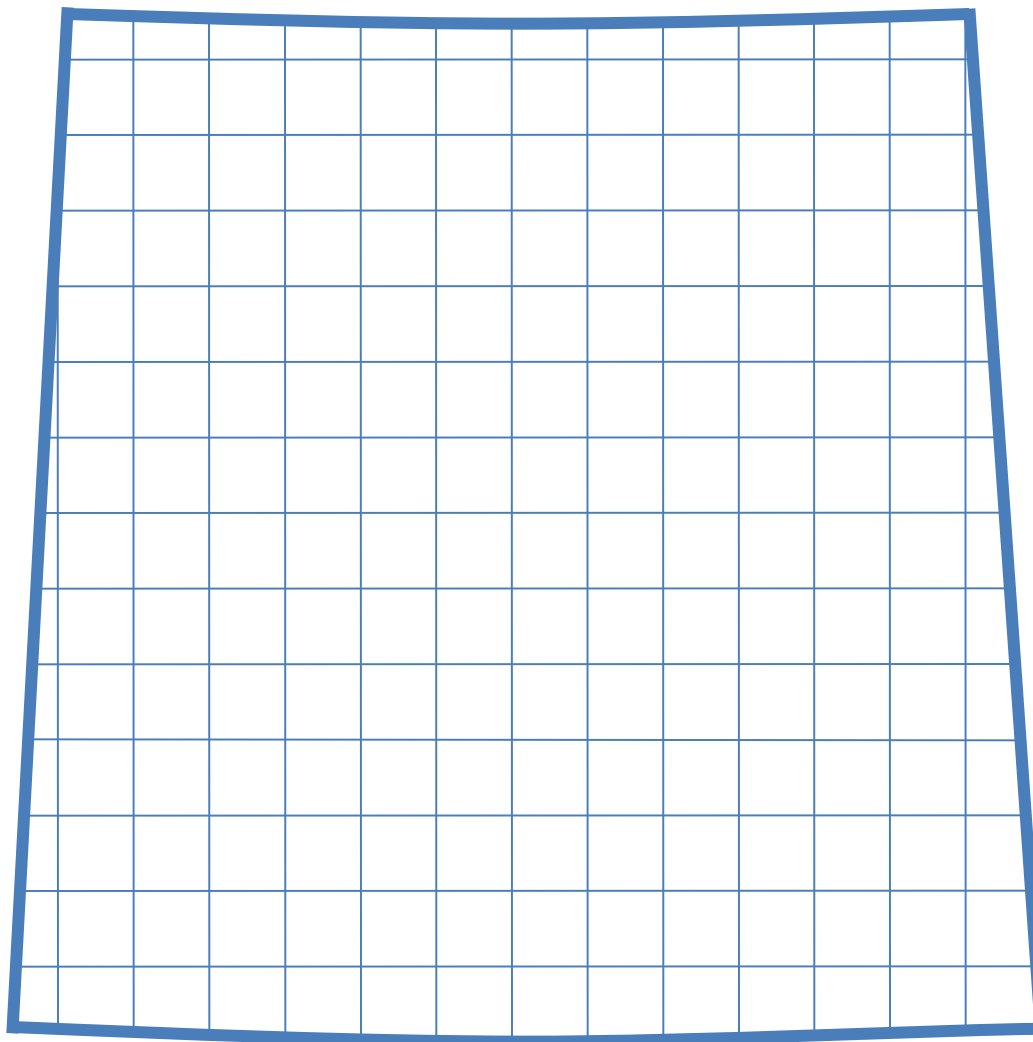


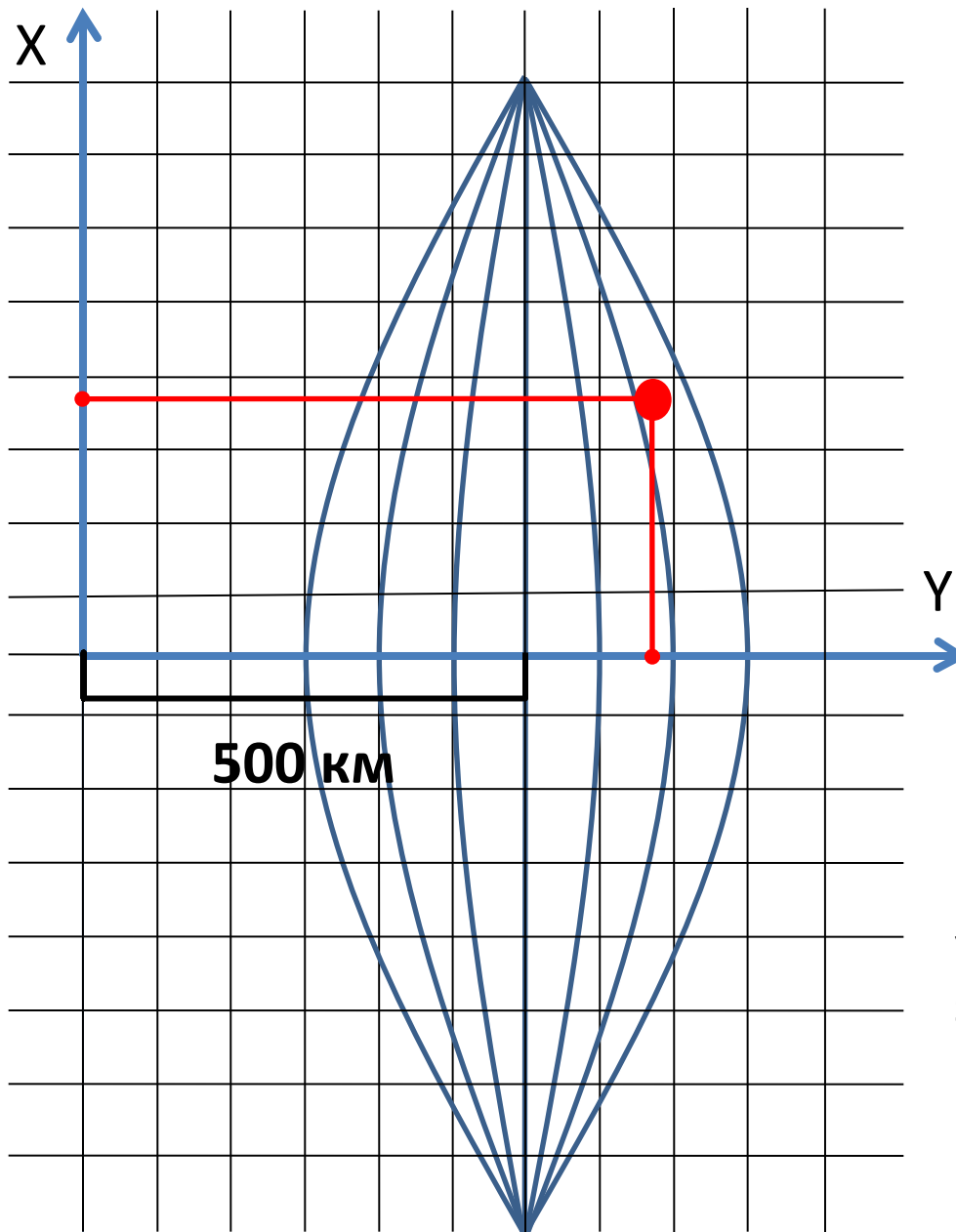
Что из чего получается



Прямоугольная система координат

Для удобства использования лист карты делится на квадраты путем введения прямоугольной системы координат (километровой сетки). Сетка называется километровой, потому что ее линии проводятся через целое количество километров.





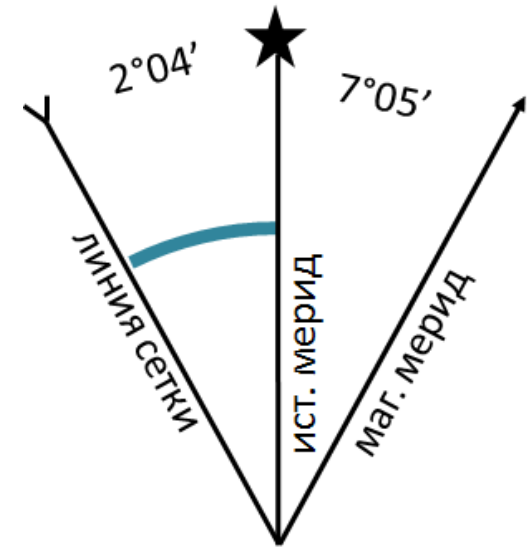
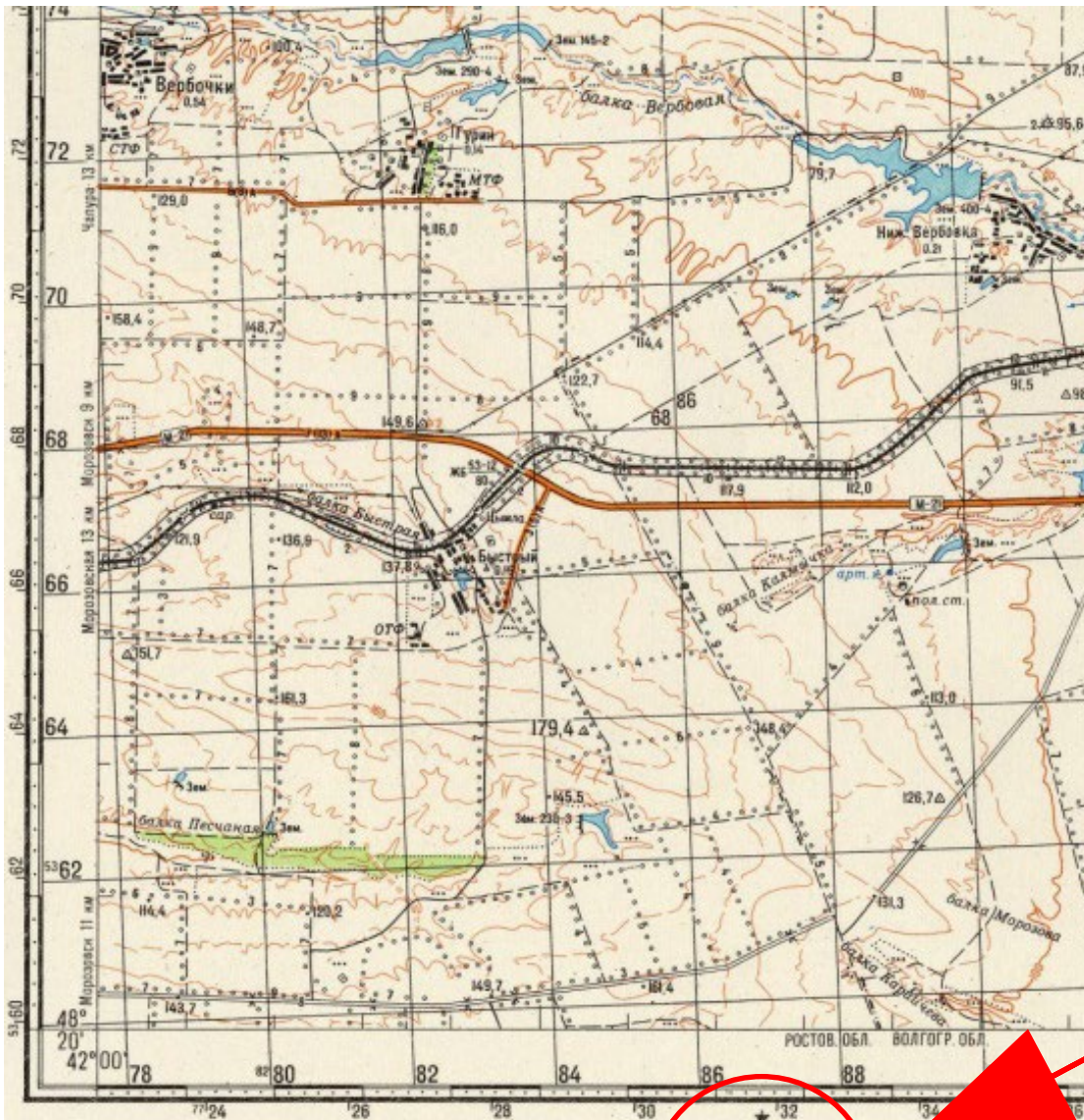
Координата по оси X
равняется количеству
километров от экватора
до точки.

Координата по оси Y
равняется количеству
километров от начала оси
Y. Перед координатой Y
записывается номер зоны

Прямоугольные координаты на карте



Гусиная лапка



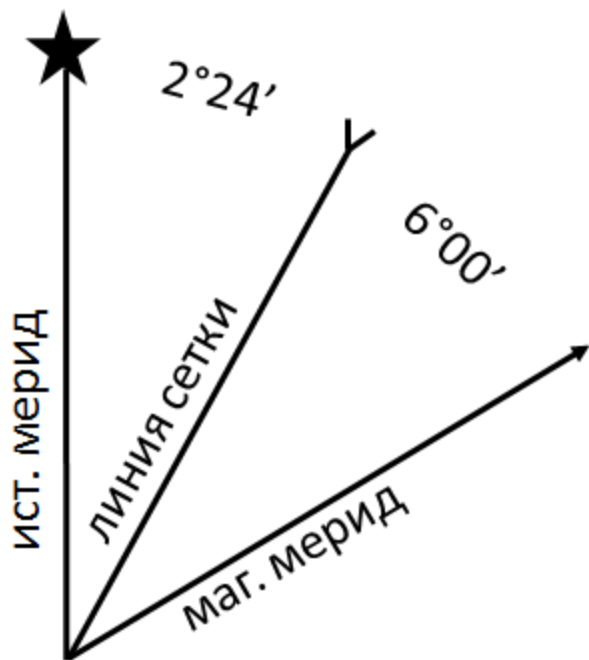
Склонение на 1987 г. восточное $7^{\circ}05'$ [1-18]. Среднее отклонение меридианов западное $2^{\circ}04'$ [0-34]. При прикладывании буссоли (компас) и вертикальным линиям координатной сетки: среднее отклонение магнитной стрелки восточное $9^{\circ}09'$ [1-52]. Годовое изменение склонения восточное $0^{\circ}02'$ [0-00]. Поправка в дирекционный угол при переходе к магнитному азимуту минус (1-52).
 Примечание. В скобках показаны деления угломера (одно деление угломера = $3,6'$).



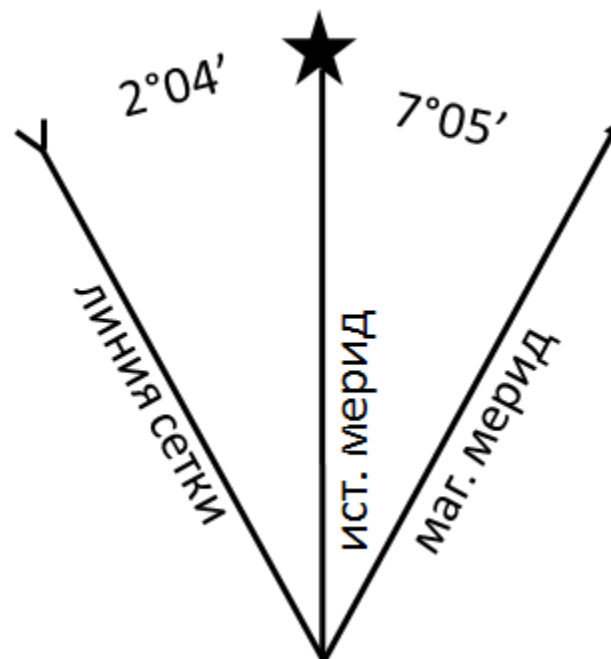
Угол сближения меридиан

Угол сближения меридиан γ - это угол между северным направлением истинного меридиана и вертикальной линией километровой сетки.

Положительный угол сближения меридиан
 $\gamma = 2^{\circ}24'$



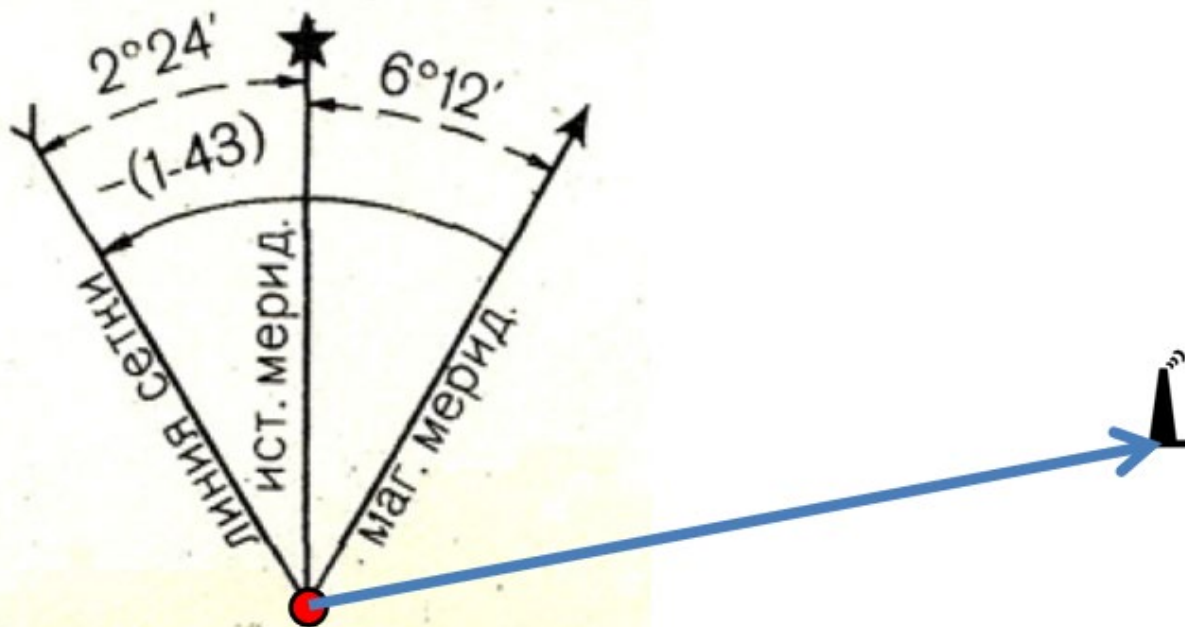
Отрицательный угол сближения меридиан
 $\gamma = -2^{\circ}04'$



Истинный азимут и дирекционный угол

Истинный азимут A - это угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0 до 360° , между северным направлением истинного меридиана и направлением на определяемый объект.

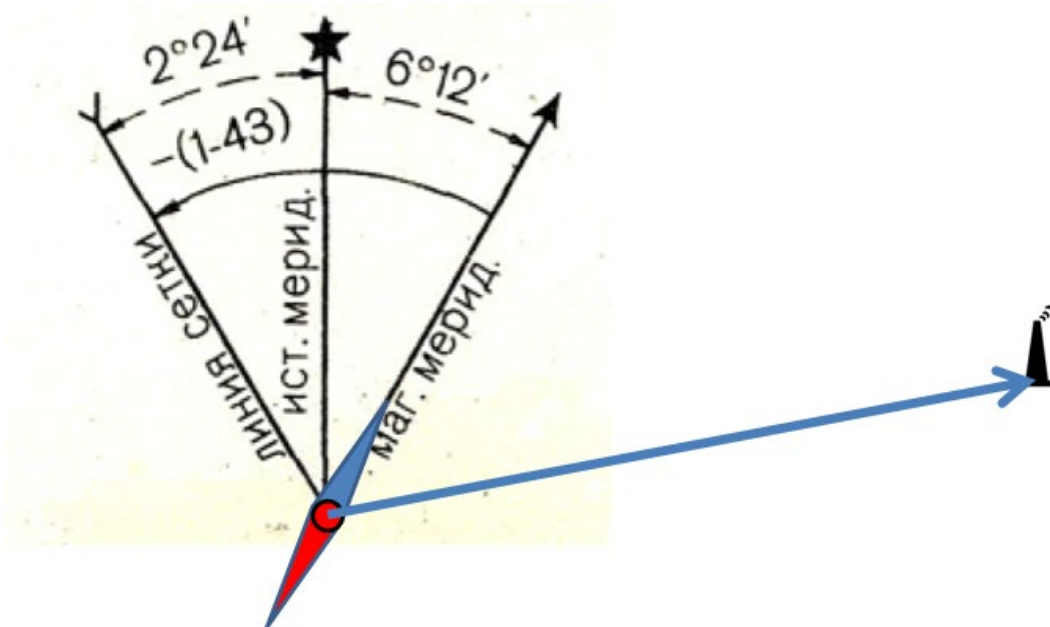
Дирекционный угол α - это угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0 до 360° , между северным направлением вертикальной линии километровой сетки и направлением на определяемый объект.



Магнитный азимут

Магнитный азимут A_m – это угол, измеряемый по ходу часовой стрелки от 0 до 360 градусов, между северным направлением магнитного азимута и направлением на определяемый объект.

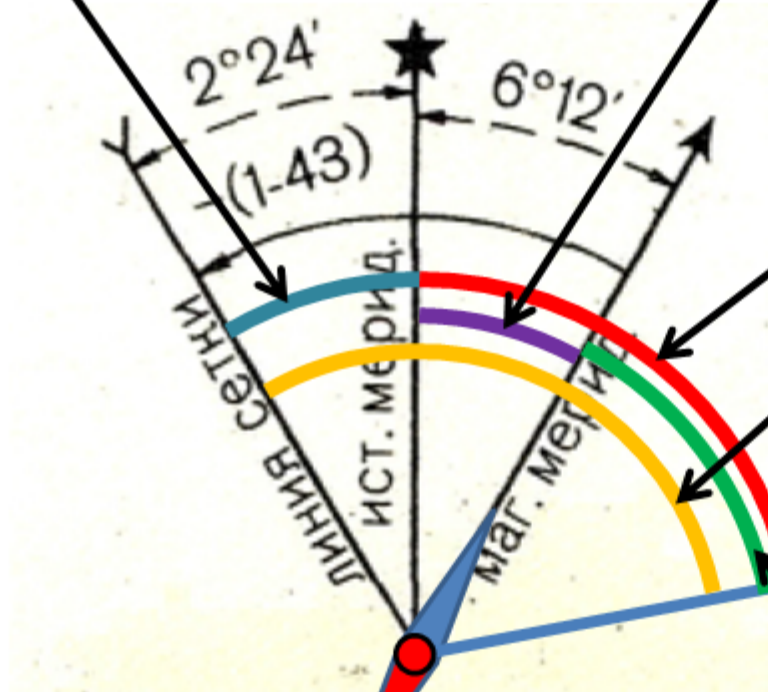
Угол магнитного склонения δ – это угол между направлением на северный географический полюс и северным направлением магнитной стрелки компаса.



Все углы на гусиной лапке

Угол сближения меридиан γ

Угол магнитного склонения δ



Истинный азимут A

Дирекционный угол α

Магнитный азимут A_m

Определение магнитного азимута

Алгоритм

1. Построение на карте дирекционного угла.
2. Переход от дирекционного угла к истинному азимуту с помощью поправки на угол сближения меридиан.
3. Переход от истинного азимута к магнитному азимуту с помощью поправки на угол магнитного склонения.

Определение дирекционного угла

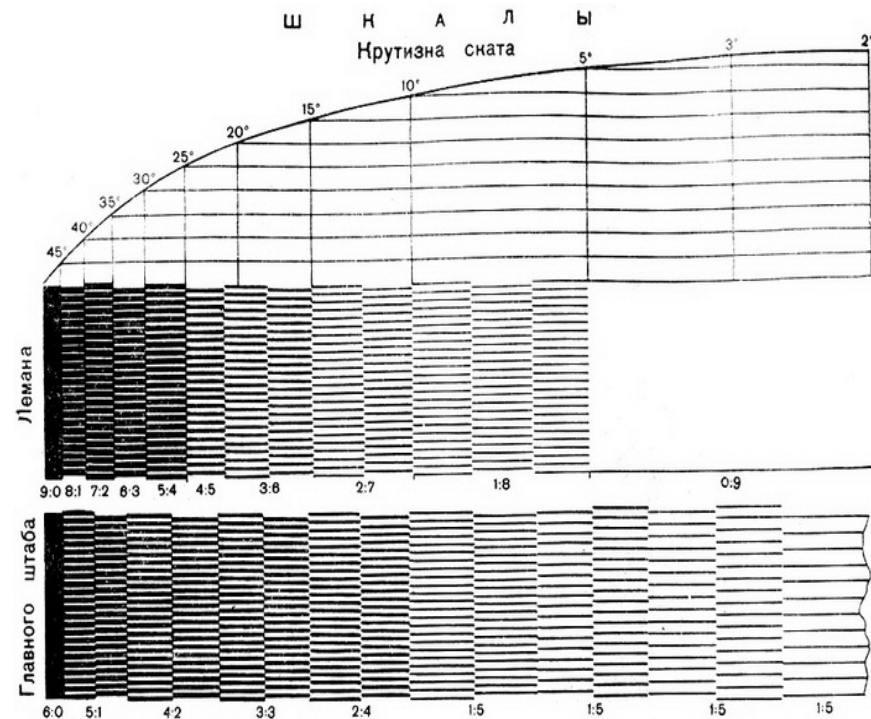
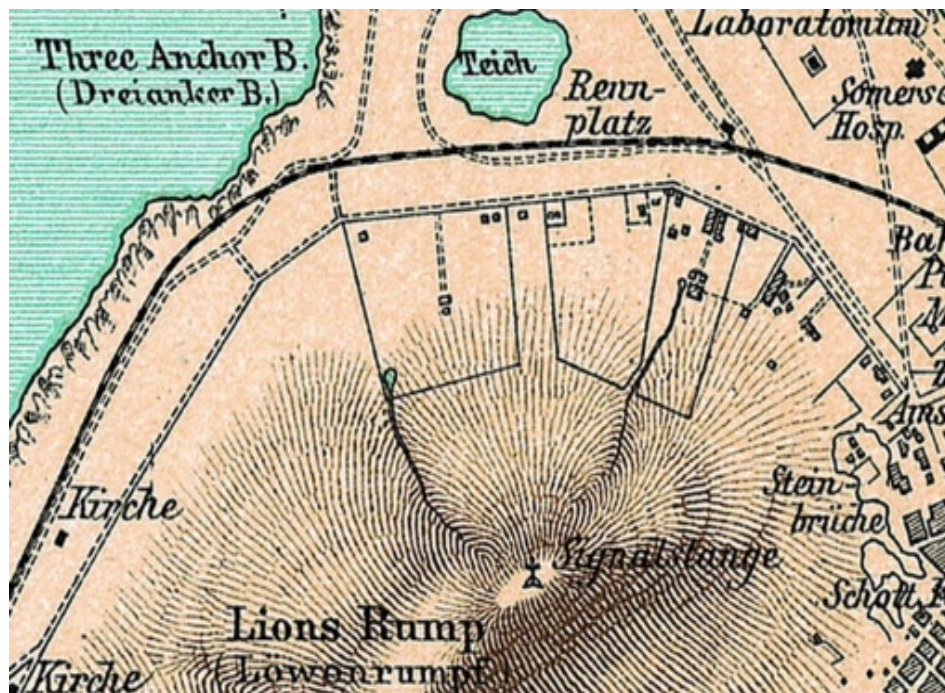
Обратный алгоритм

1. Определение магнитного азимута с помощью компаса.
2. Переход от магнитного азимута к истинному азимуту с помощью поправки на угол магнитного склонения.
3. Переход от истинного азимута к дирекционному углу с помощью поправки на угол сближения меридиан.

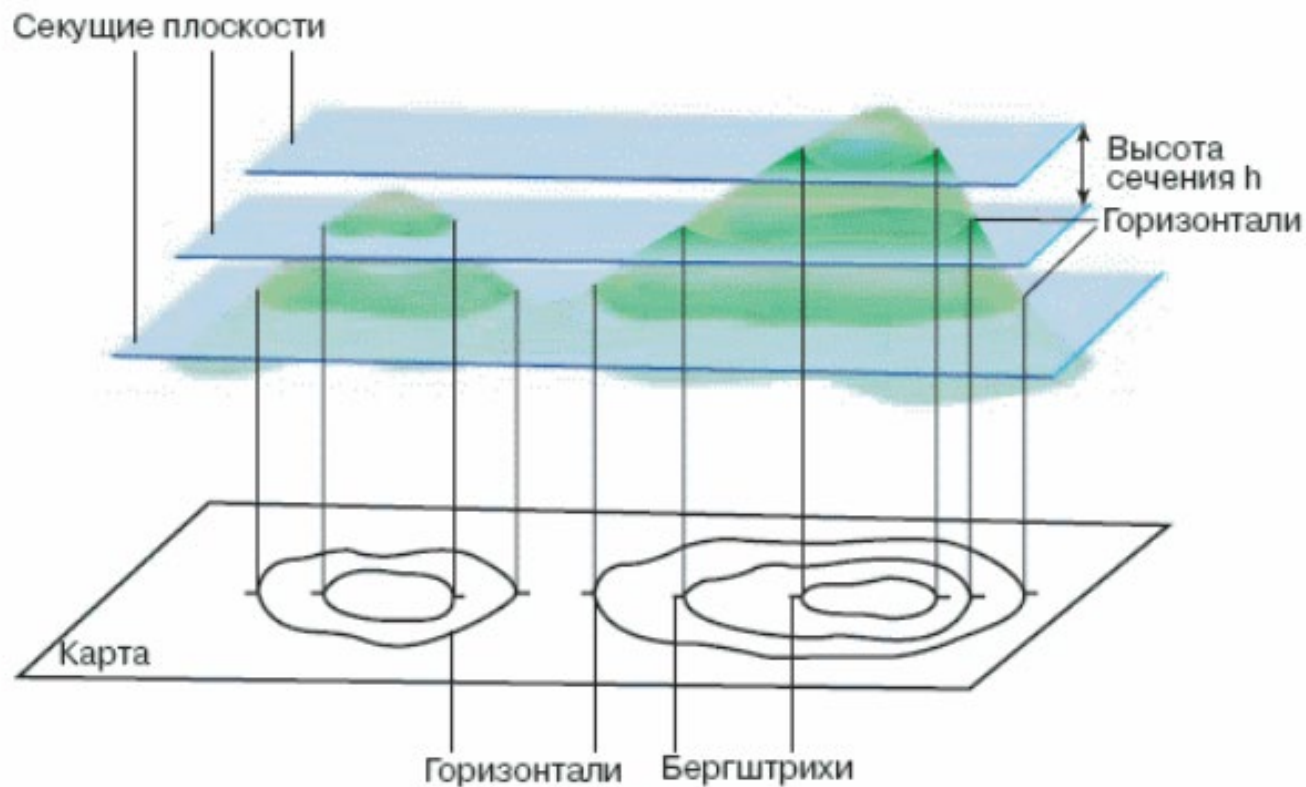
Отображение рельефа



Отображение рельефа (штриховка)



Отображение рельефа, метод горизонталей



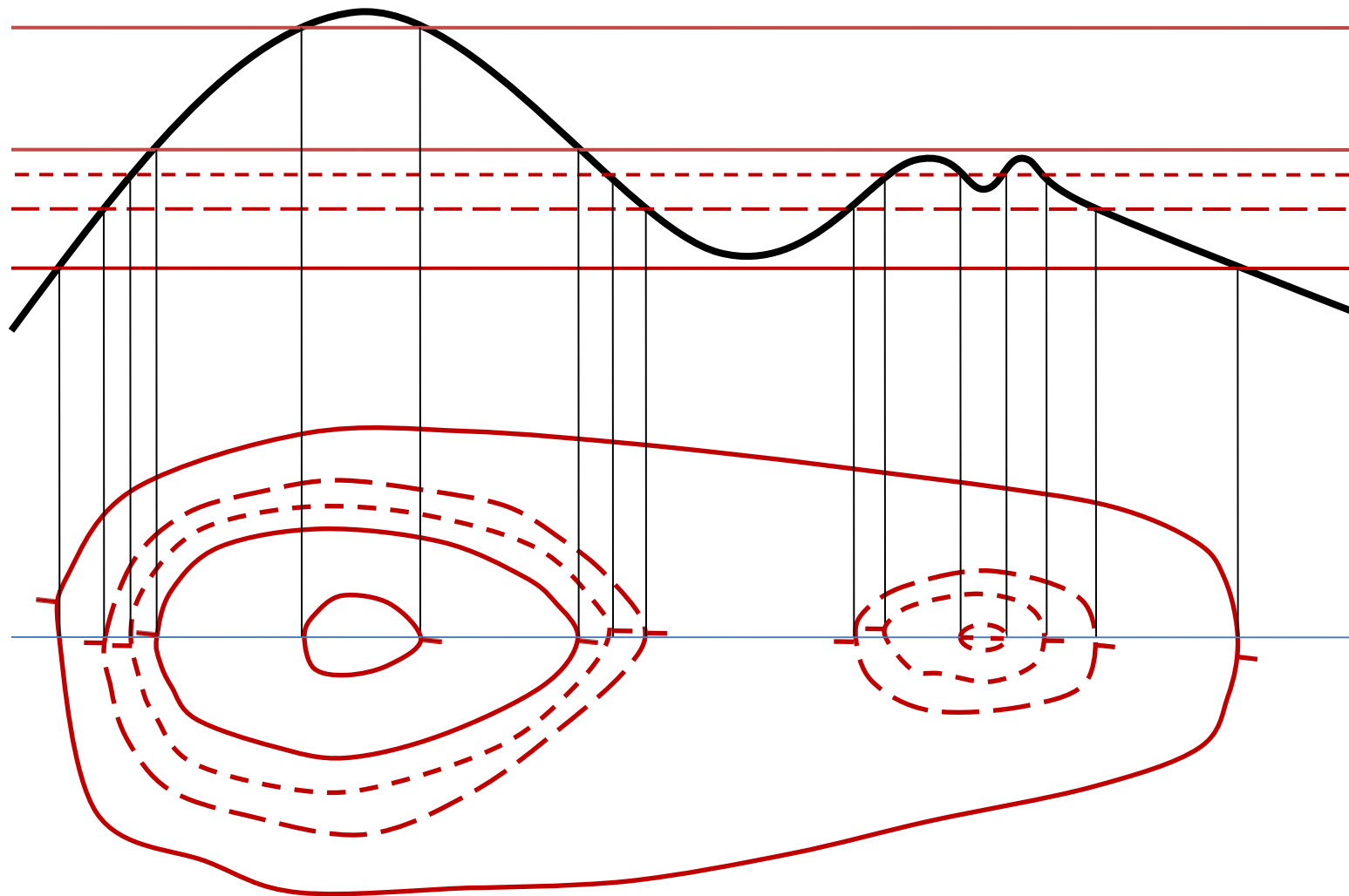
Рельеф на карте всегда коричневый цвет

Отображение рельефа, метод горизонталей

Основные горизонталы —

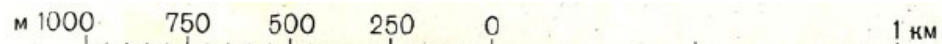
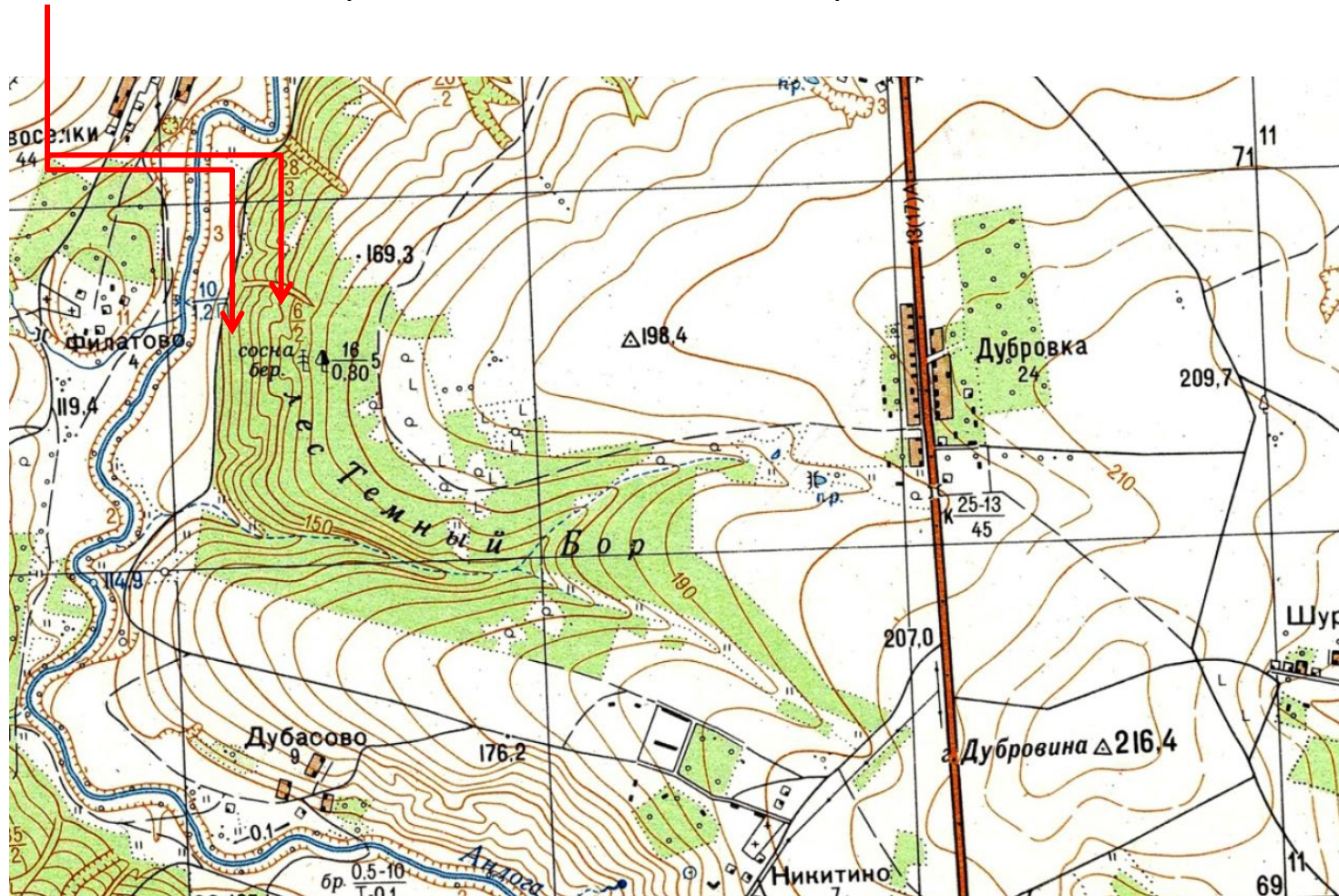
Вспомогательные горизонталы - - -

Половинные горизонталы - - -



Отображение рельефа, метод горизонталей

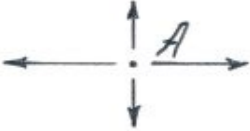

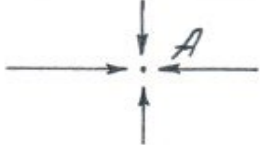





Утолщенные горизонтали – каждая 5-я горизонталь.



Сплошные горизонтали проведены через 5 метров

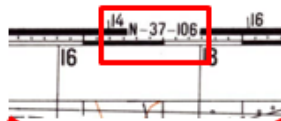
Балтийская система высот

Основные формы рельефа

Типовые формы рельефа	Изображение форм рельефа на карте	Направление скатов	Направление основных точек и линий
Гора			А – вершина
Котловина			А - дно
Хребет			АВ – водораздел
Лощина			АВ – водослив (талвег)
Седловина			А – перевал

Обозначение номенклатуры на карте

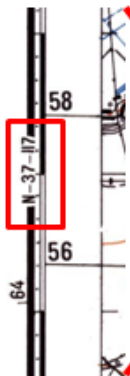
Номенклатура
смежного верхнего
листа



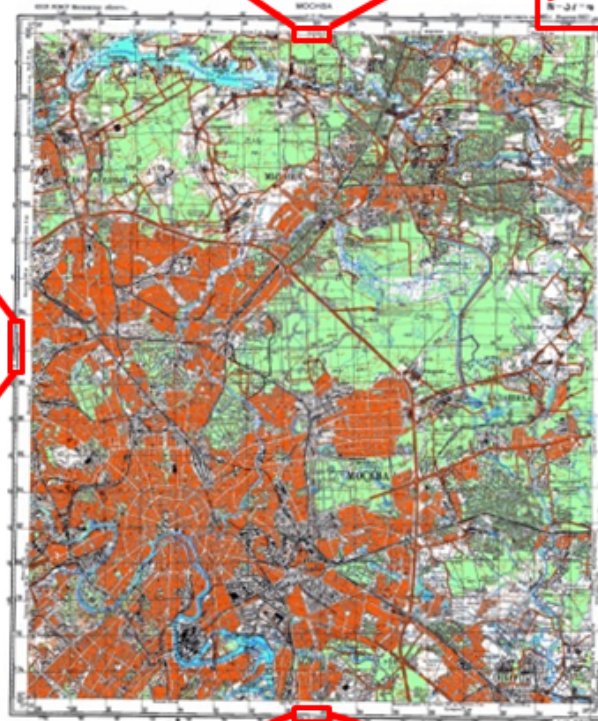
N-37-118



Номенклатура
данного листа



Номенклатура
смежного левого
листа



Номенклатура
смежного правого
листа



Номенклатура
смежного нижнего
листа

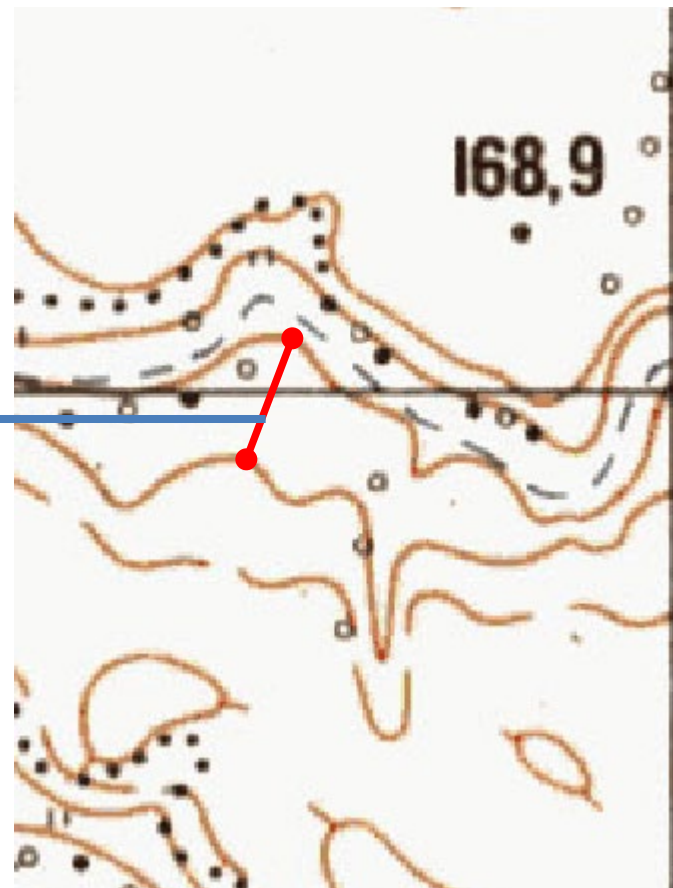
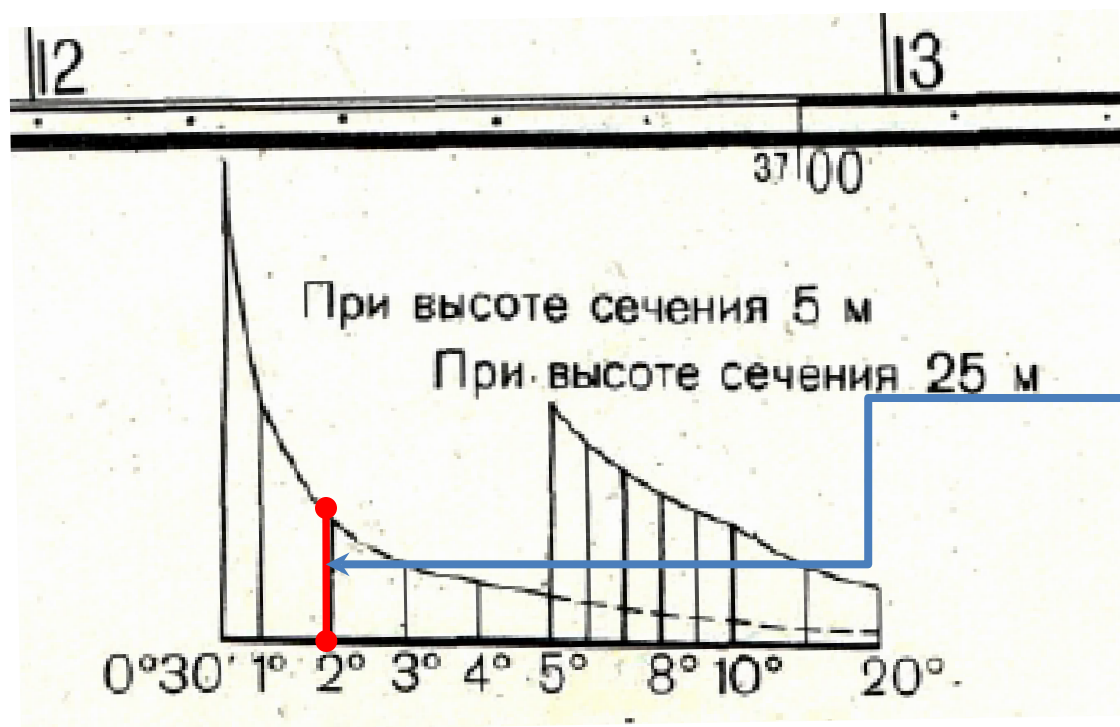
Зарамочное оформление карты

Обозначение масштаба на карте



Зарамочное оформление карты

Шкала заложения – для определения крутизны склона



Расстояние между двумя **соседними**
ОСНОВНЫМИ горизонталями
переносится на шкалу заложения

Зарамочное оформление карты

Рамка карты



Минута широты

1° широты ≈ 111 км.

1' широты ≈ 1852 м.

1" широты ≈ 30 м.

Географические
координаты

Цветовое отображение

Растительность отображается зеленым цветом

Гидрография отображается синим цветом.

Дороги отображаются – с покрытием оранжевым цветом, грунтовые **черным** цветом.

Промышленные объекты отображаются черным цветом.

Условные знаки

Условные знаки - применяемые на картах обозначения различных объектов и их качественных и количественных характеристик.

Масштабные условные знаки обозначают объекты, площади которых выражаются в масштабе карты (леса, сады, озера, населенные пункты и т.д.).

Вне-масштабные условные знаки изображают объекты, площади которых не выражаются в масштабе карты (отдельные дома, башни, тригопункты, родники, колодцы и т.д.)

Линейными условными знаками изображают объекты линейного характера, длина которых выражается в масштабе карты (дороги, нефте и газопроводы, линии электропередач и т.д.).

Пояснительные условные знаки дают дополнительные характеристики объектов местности: собственные названия объектов, их назначение, количественные и качественные характеристики (характеристики дорог, лесов, рек, бродов, мостов и т.д.).

Основные условные знаки



Метеорологические станции



Памятники, монументы,
братские могилы



Дома лесников



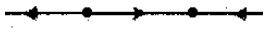
Церкви, Часовни,
Мечети



Отдельно стоящие деревья,
имеющие значение ориентиров: 1)
хвойные; 2) лиственные



Линии связи (телефонные,
телеграфные, радиотрансляции)



Линии электропередачи на
деревянных, опорах

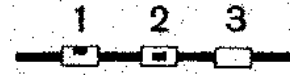


25

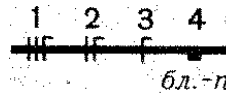
Линии электропередачи на металлических
или железобетонных опорах (25—высота
опоры в метрах)



Пункты государственной геодезической сети (91,6—высота
основания пункта над уровнем моря)



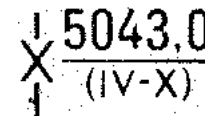
Расположение главного здания
станции: 1) сбоку путей; 2) между
путями; 3) расположение
неизвестно



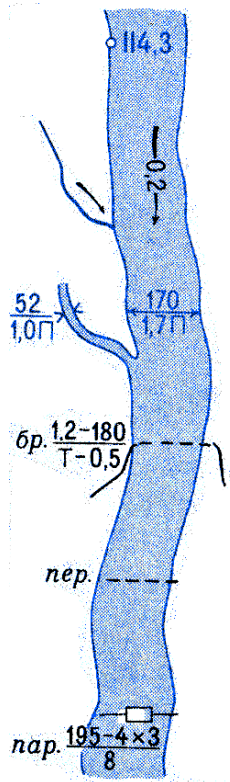
Электрифицированные железные дороги:
1) трехпутные; 2) двухпутные; 3)
однопутные; 4) блокпосты



Шоссе: 5—ширина покрытой части) 8—
ширина всей дороги от канавы до канавы в
метрах; Б—материал покрытия (Б—
булыжник, Г—гравий, К — камень
колотый, Шл—шлак, Щ—щебень); обсадки



Перевалы, отметки их высот и время
действия



Отметки урезов воды

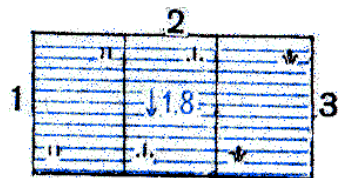
Стрелки, показывающие направление течения рек (0,2—скорость течения в м/сек)

Характеристика рек и каналов: 170—ширина, 1,7—глубина в метрах, П—характер грунта дна (П—песчаный, Т—твердый, В—вязкий, К—каменистый)

Броды: 1,2—глубина, 180—длина в метрах, Т—характер грунта, 0,5—скорость течения в м/сек

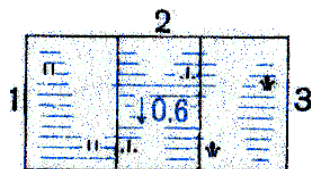
Перевозы

Паромы: 195—ширина реки; 4x3—размеры парома в метрах; 8—грузоподъемность в тоннах

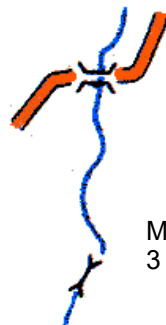


Болота непроходимые и труднопроходимые (1,8—глубина болота в метрах)

Растительный покров болот: 1) травянистый; 2) моховой; 3) камышовый и тростниковый

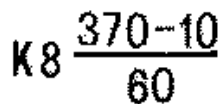


Болота проходимые (0,6—глубина болота в метрах)



Мосты длиной 3 м и более

Мосты через незначительные препятствия (длиной менее 3 м)



Характеристика мостов: К — материал постройки (К — каменный, М — металлический, ЖБ — железобетонный, Д — деревянный); 8 — высота над уровнем воды (на судоходных реках); 370 — длина моста, 10 — ширина проезжей части в метрах, 60 — грузоподъемность в тоннах



Скалы -останцы (10—высота в метрах)

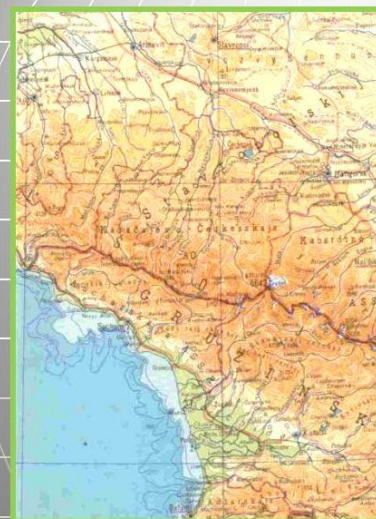


Характеристика древостоя в метрах: в числителе — высота деревьев, в знаменателе — толщина, справа от дроби — расстояние между деревьями

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ

- отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно её назначению

НАЗНАЧЕНИЕ КАРТЫ



1:2 500 000 - Справочная карта



1:2 500 000 - Учебная настенная карта

РАЗНЫЕ МАСШТАБЫ

1: 50 000



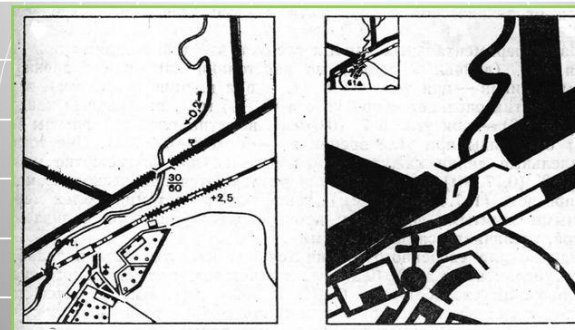
1:100 000



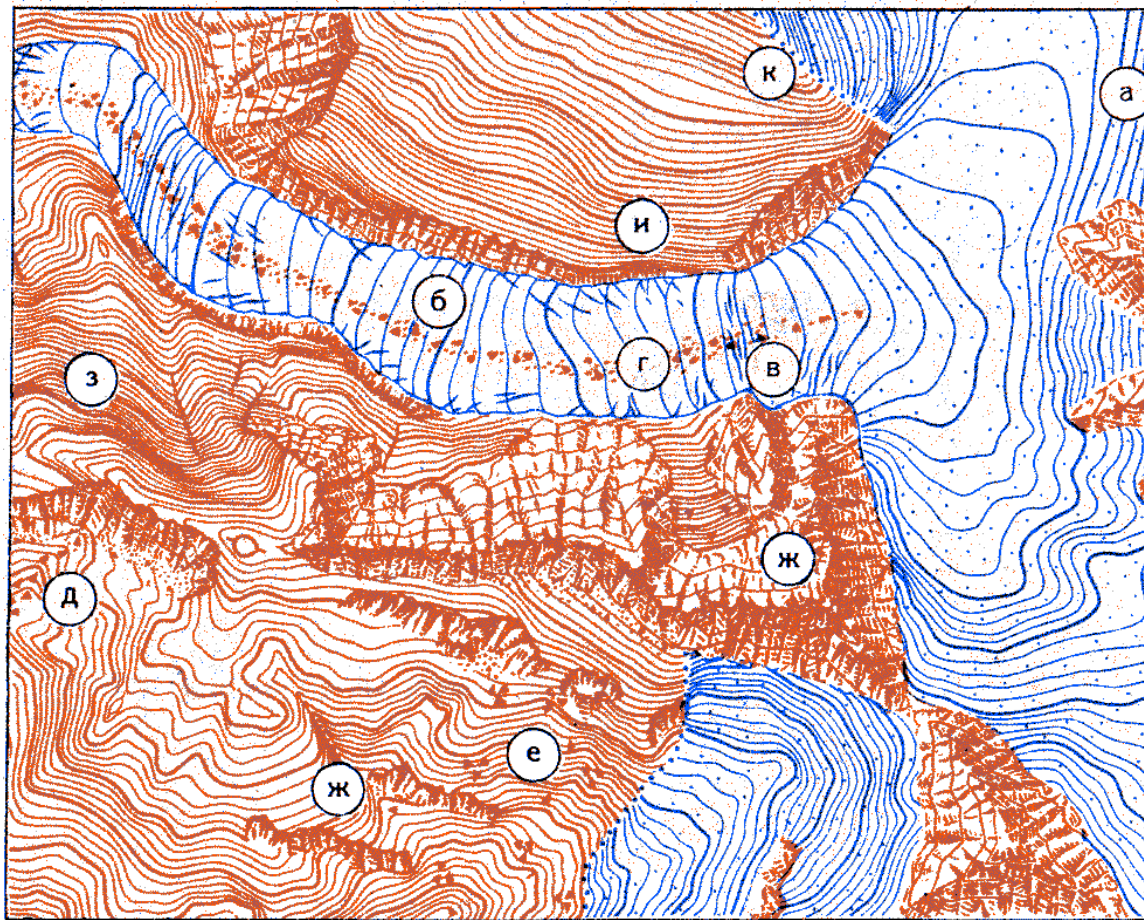
1:200 000



НАРУШЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВНЕМАШТАБНЫХ ЗНАКОВ

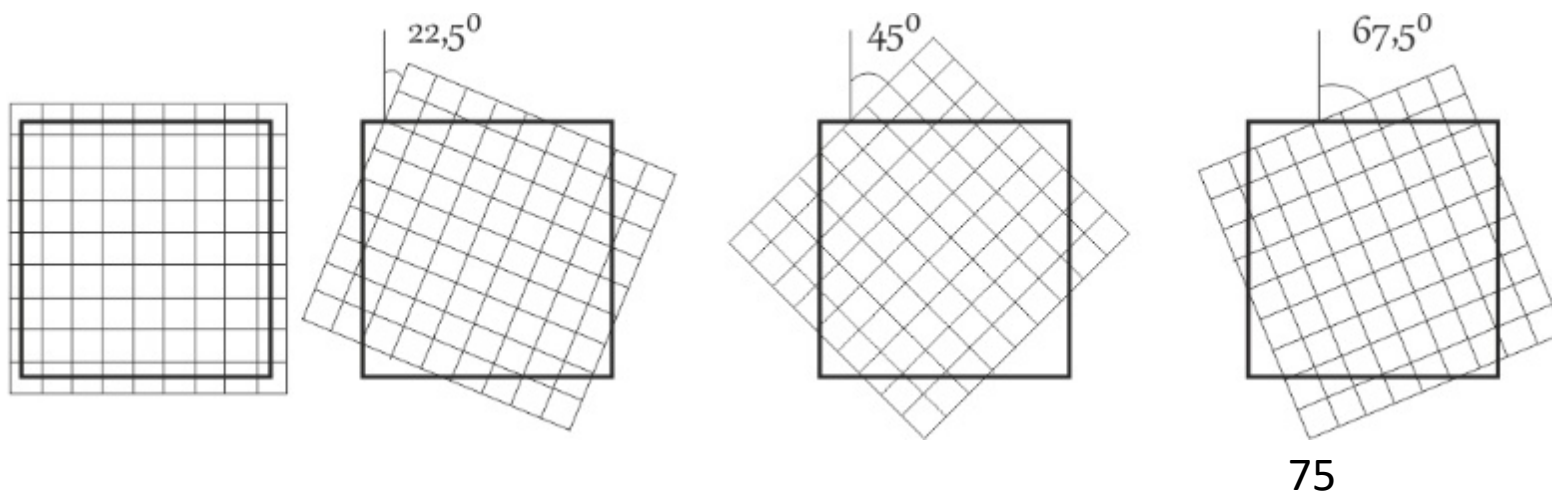
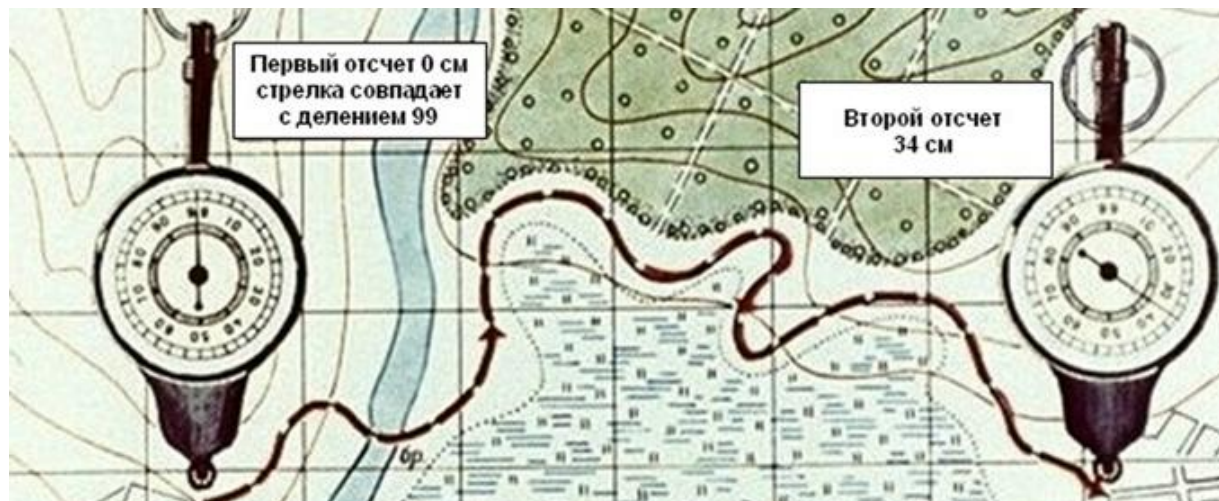
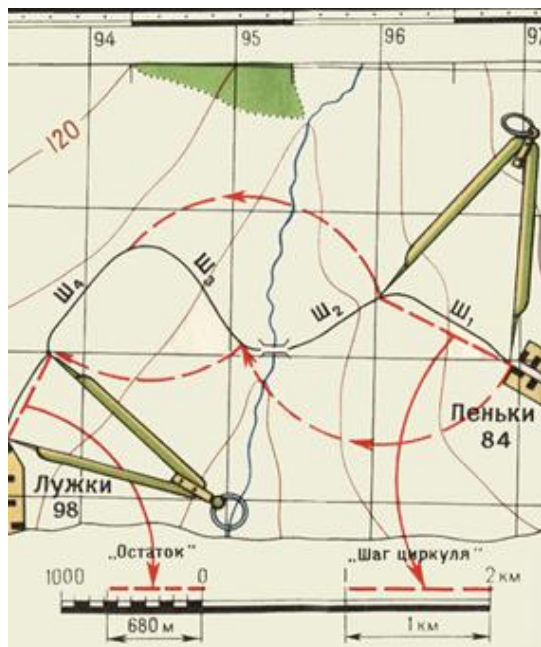


- а) изображение в масштабе 1:25 000
- б) та же местность в масштабе 1:200 000
- в) увеличение центральной части рисунка б до масштаба 1:25 000



а) Фирновые поля (вечные снега), б) Ледники, в) Ледниковые трещины, г) Морены, д) Каменные реки. е) Каменистые россыпи. ж) Скалы и скалистые обрывы, з) Крутые склоны протяженностью в масштабе карты менее 1 см. и) Крутые склоны протяженностью в масштабе карты более 1 см. к) Границы фирновых полей

Измерение расстояний



Вопросы?

Использованная литература:

- 1. Лекция по топографии Даровского Б., школа БУ Вестра 2015*
- 2. Лекция по топографии Евдокимовой Т., школа БУ Вестра 2017*
- 3. Работа с картографическим материалом, Зотов А.Ю., 2009 , горный клуб МГУ*
- 4. Лекция по топографии, школа БУ МКВ 2015, автор неизвестен.*
- 5. Военная топография, А.Ф. Лахин, Б.Е. Бызов, И.М. Прищепа, 1973.*
- 6. Википедия*

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!