

# Математическая основа географических карт

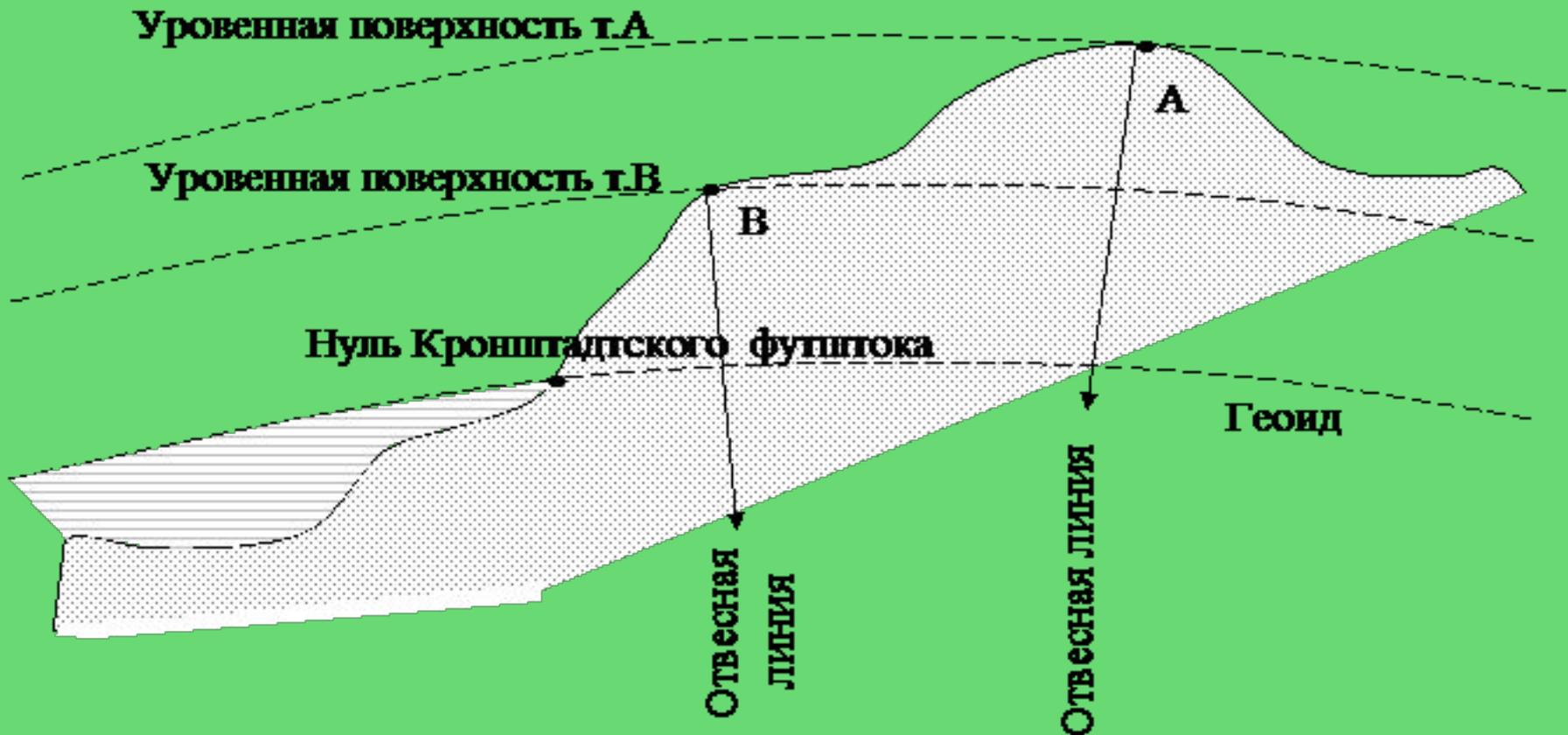
## 1. Геодезическая основа

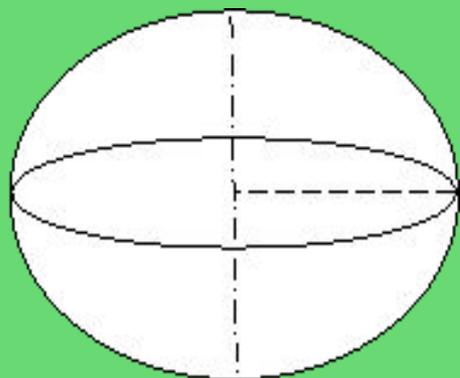
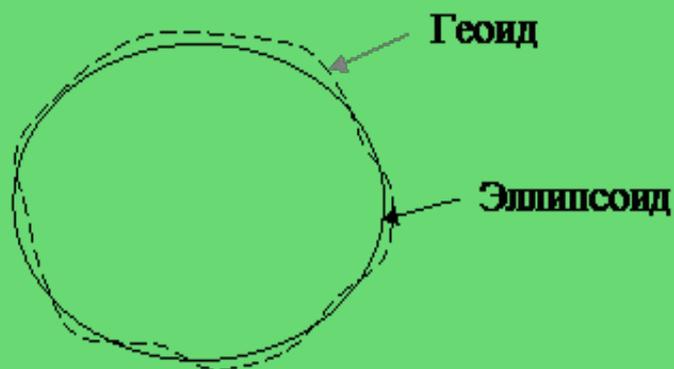
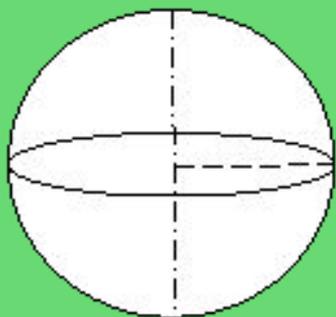
## 2. Масштаб

## 3. Картографическая проекция

# Геодезическая основа

## Физическая поверхность Земли





Размеры земного референц-эллипсоида Ф. Н. Красовского составляют:

большая полуось

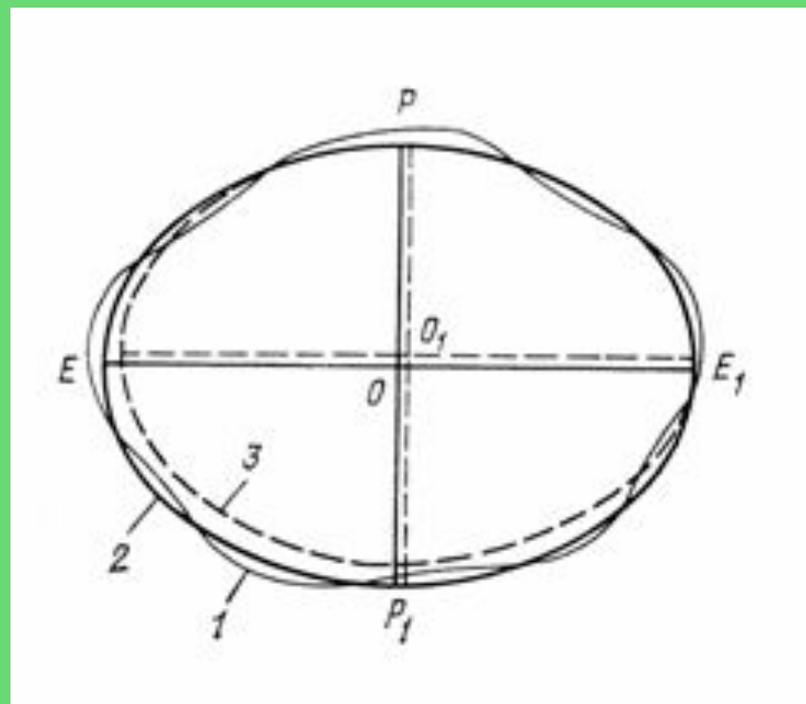
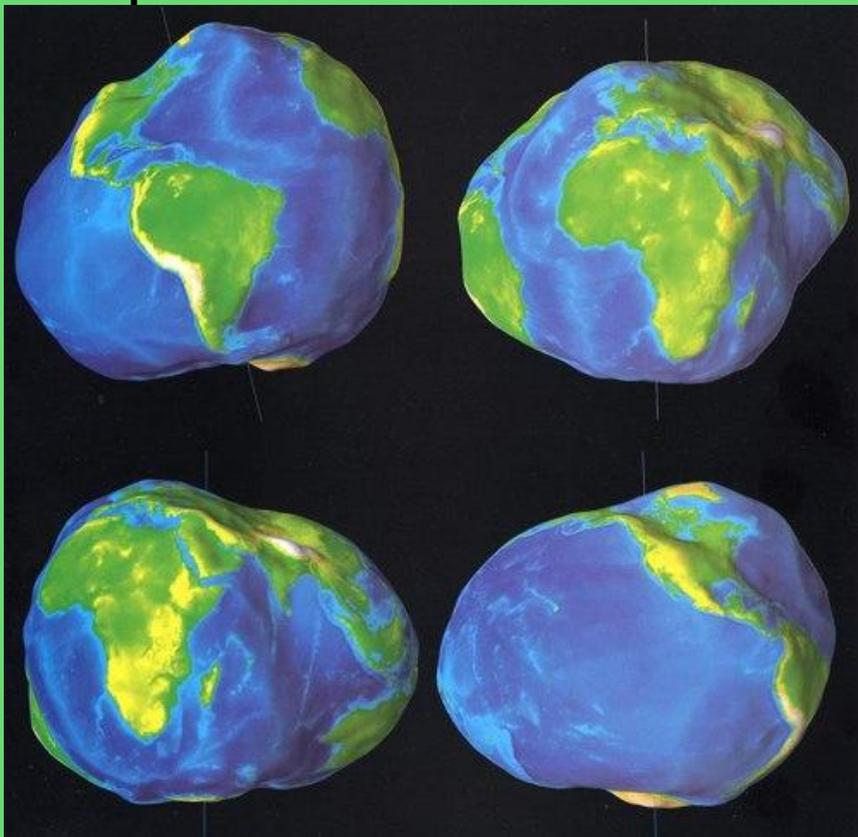
$$a = 6378245 \text{ м,}$$

малая полуось

$$b = 6356863 \text{ м,}$$

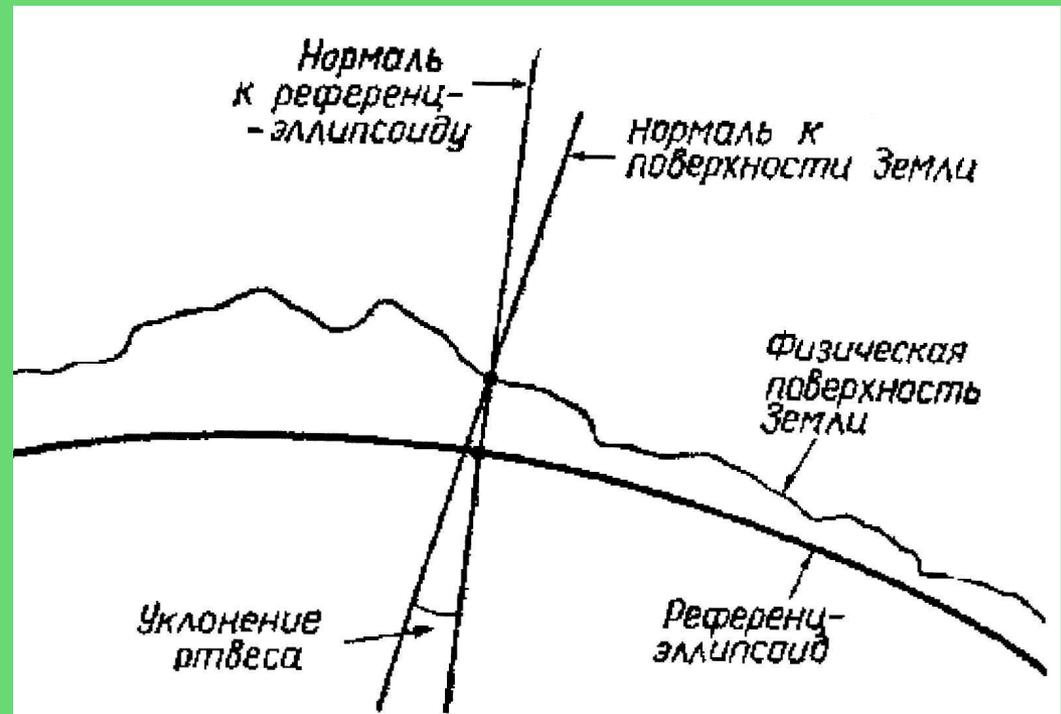
полярное сжатие

$$\alpha = 1:298,3$$



# Свойства эллипсоида вращения

- объём эллипсоида равен объёму геоида,
- плоскость экватора и малая ось земного эллипсоида совпадают соответственно с плоскостью экватора и осью вращения Земли
- сумма квадратов отступлений геоида от общего земного эллипсоида по всему земному шару является наименьшей



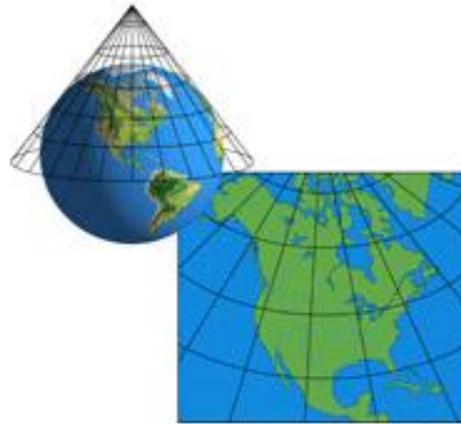
# Математическая основа географических карт

1. Геодезическая основа

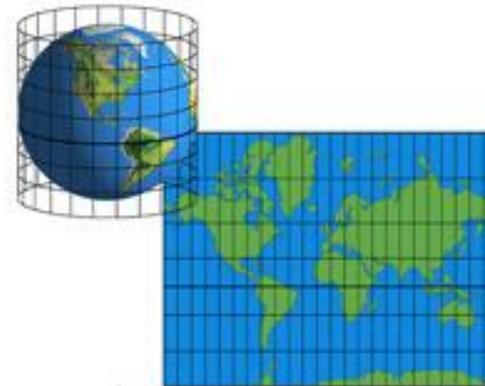
2. Масштаб

**3. Картографическая проекция**

# Картографическая проекция



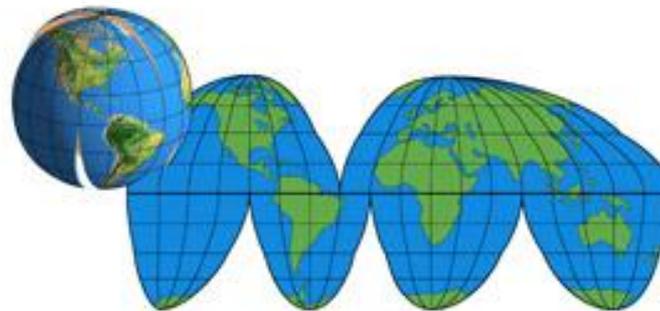
conic projection



cylindrical projection



plane projection



interrupted projection

# Математическая основа географических карт

1. Геодезическая основа

**2. Масштаб**

3. Картографическая проекция

Горизонтальные проекции отрезков при составлении карт и планов изображают на бумаге в уменьшенном виде, т.е. в масштабе

- **Масштаб** - отношение длины линии на карте к горизонтальной проекции соответствующей линии на местности

$$M = \frac{d \text{ карты (плана)}}{d \text{ местности}}$$

# Виды масштабов

*Числовой (численный)*

$$M = \frac{1}{m} = 1 : m \quad 1:2000$$

*Словесный (именованный)*

– пояснение к числовому масштабу

в 1 см 20 м, в 1 см 10 м

*Графический:*

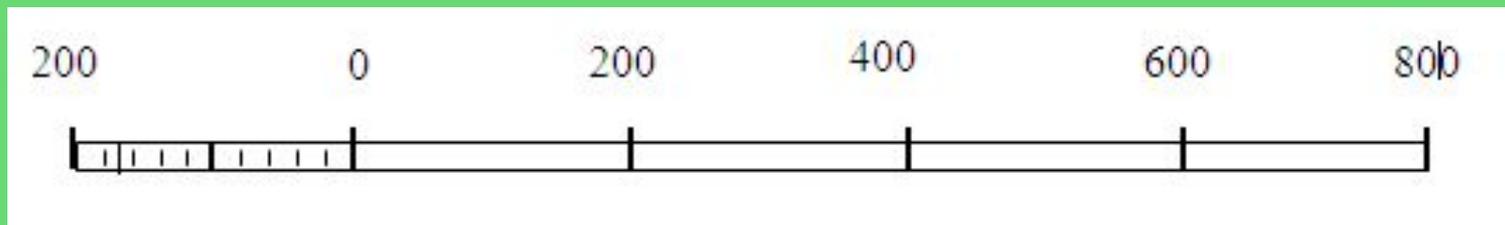
клиновой, линейный, поперечный

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

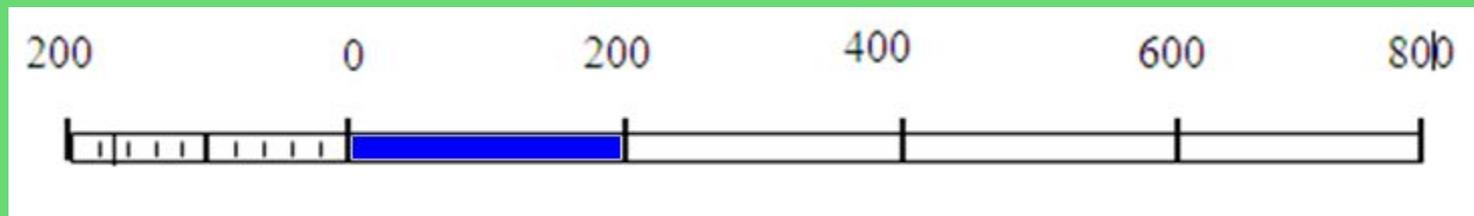
На картах дореволюционной России , применялись старые русские меры длины - верста (1,067 км), сажень (2,134 м), дюйм (2,54 см), связанные следующим соотношением:

**1 верста = 500 сажен - 42 000 дюймов**

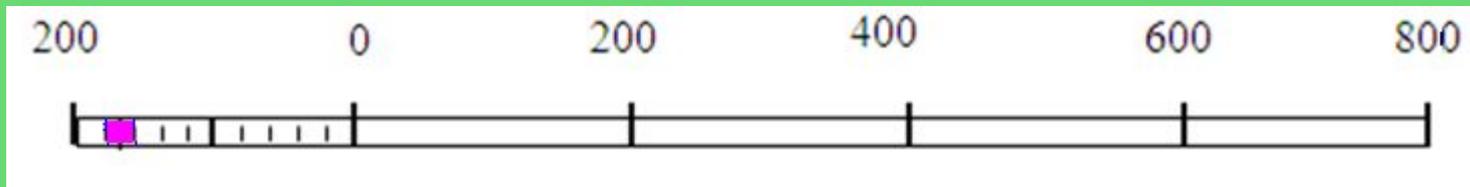
- Для того чтобы также повысить точность измерений на картах и планах, пользуются *графическими масштабами*: линейным и поперечным.
- **Линейный масштаб** – графическое изображение численного масштаба в виде прямой линии.



- **Основание линейного масштаба (ОЛМ)** – отрезок справа от 0 на линейном масштабе. ОЛМ - это условно принятая длина отрезков откладываемых по линейному масштабу от нуля в правой части линейного масштаба и нескольких делений в левой части, которые в свою очередь делятся на равные части.



- **Величина масштаба (ВМ)** – отрезок на местности, соответствующий 1 см
- **Точность линейного масштаба (ТЛМ= $t$ )** - отрезок на местности, соответствующий минимальному делению линейного масштаба



- **Предельная точность масштаба (ПТМ= $t_{II}$ )** - отрезок на местности, соответствующий 0,1 мм в масштабе карты

# Графические масштабы



Рис. 1. Линейный масштаб пятидесятитысячной карты

На карте-километровке линейный масштаб будет выглядеть так (рис. 2):

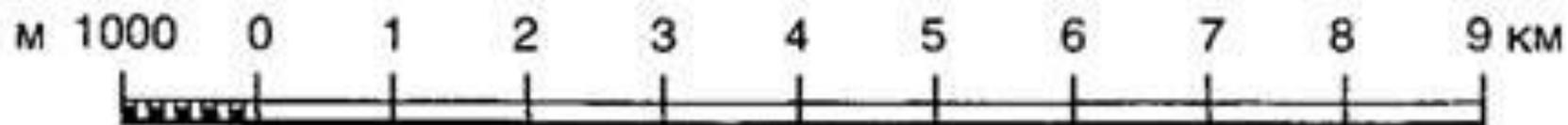
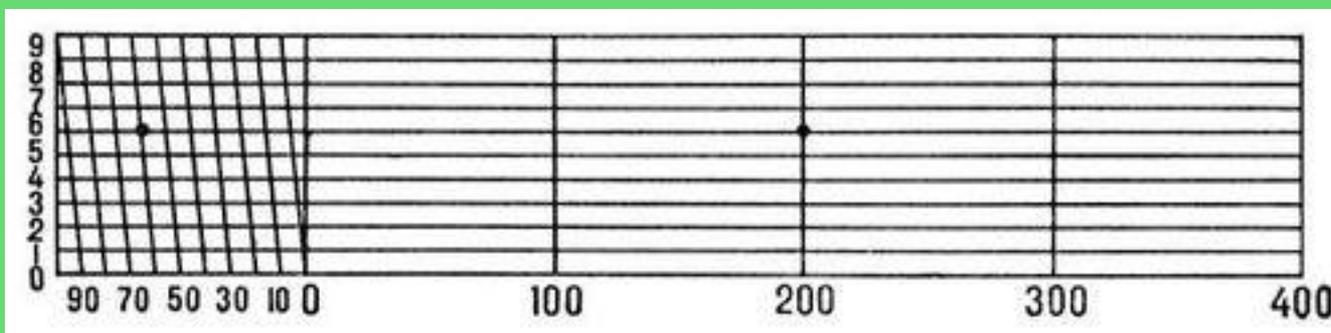


Рис. 2. Линейный масштаб карты-километровки

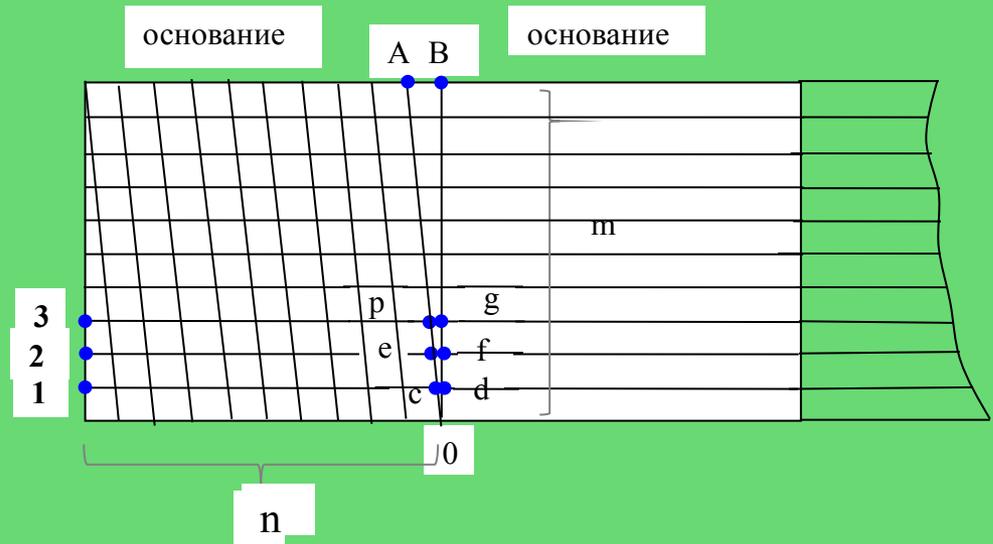


- Для более точных измерений пользуются **поперечным масштабом**

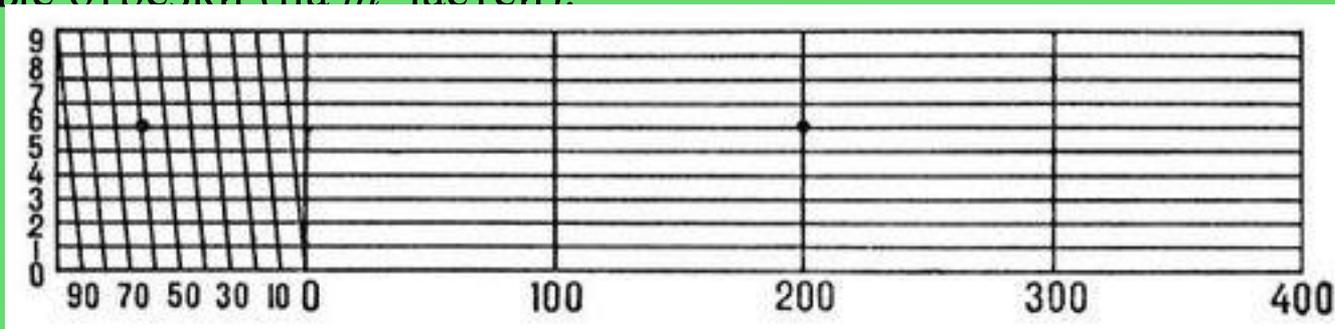
$$CD = \frac{AB}{m} = \frac{\text{основание}}{mn}$$

$$ef = 2cd, pg = 3cd$$

$$m = n = 10, \text{ то } cd = 0,01$$



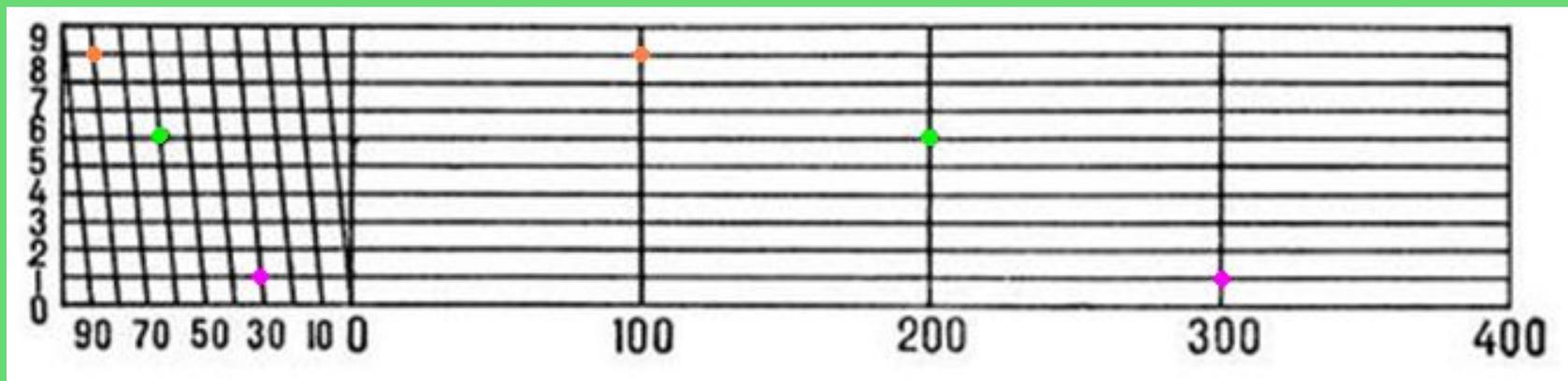
После откладывания необходимого количества оснований масштаба (обычно длиной 2 см, и тогда масштаб называется нормальным) восстанавливают перпендикуляры к исходной линии и делят их на равные отрезки (на  $m$  частей).



Поперечный масштаб гравировают на металлических линейках, которые называются масштабными. Перед применением масштабной линейки следует оценить основание и его доли по следующей схеме.

**Пример:** Пусть численный масштаб **1:5000**, именованное соотношение будет: **в 1 см 50 м**. Если поперечный масштаб нормальный (основание 2 см), то:

- одно целое основание масштаба (о.м.) – 100 м;
- 0,1 основания масштаба – 10 м;
- 0,01 основания масштаба – 1 м;



# Масштаб площадей

- Отношение площади объекта на карте к площади соответствующего объекта на местности. Выражается в форме словесного масштаба

$$M_s = M^2 = (1 : m)^2 = 1 : m^2$$

*Пример.* 1:20 000

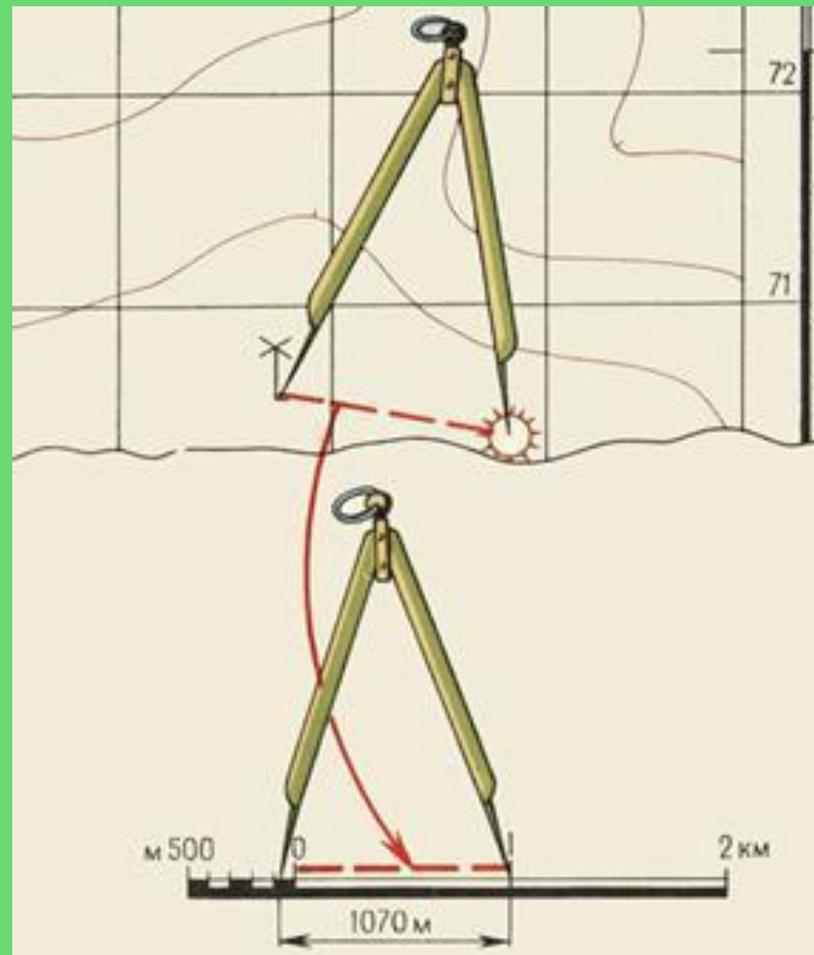
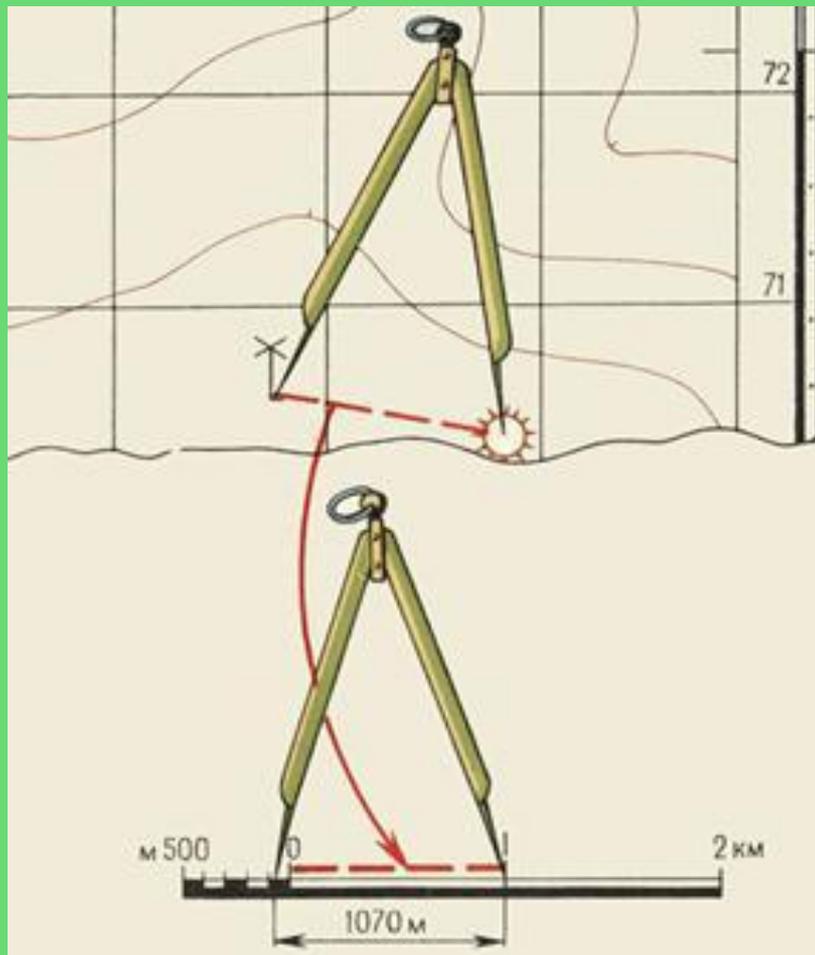
в 1 см            200 м

в 1 кв. см    40000 кв.м или 4 га

# Измерения по карте линейкой



# Измерения по карте циркулем-измерителем



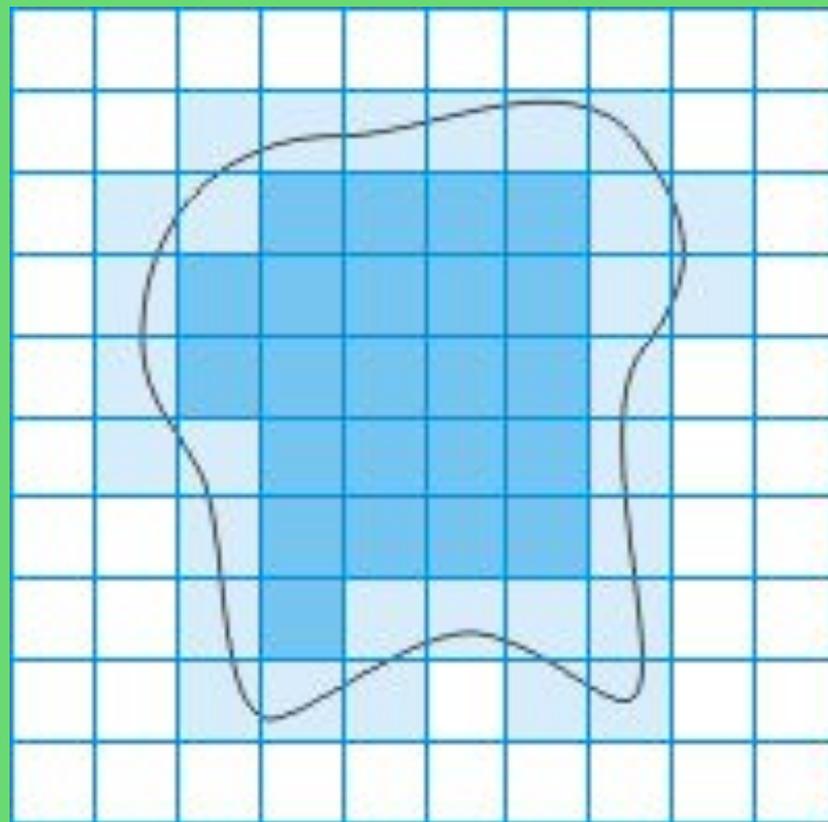
# Измерения по карте курвиметром

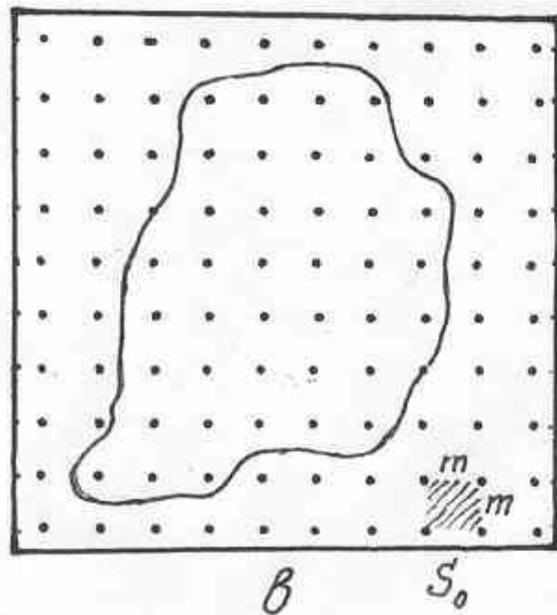
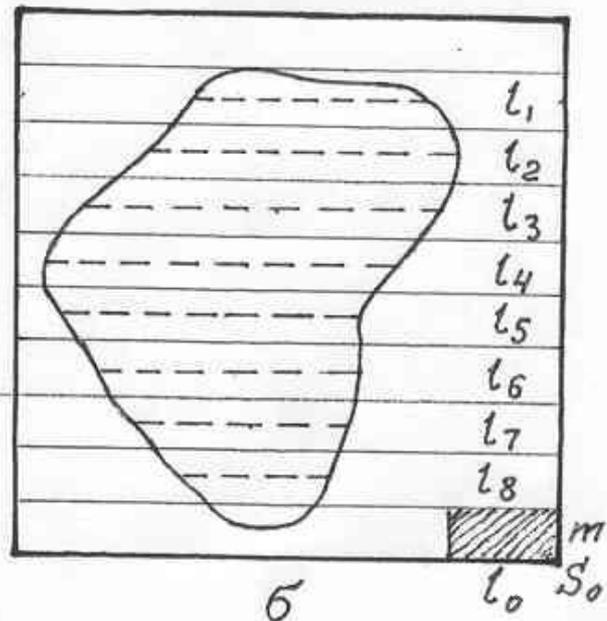
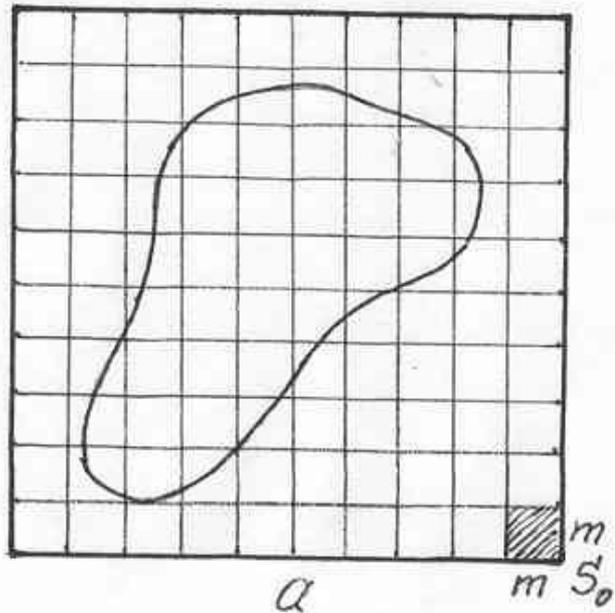


# Измерения по карте палеткой

Палетку накладывают сверху на карту и подсчитывают число полных квадратов внутри контура участка  $N_1$ . Затем подсчитывают число квадратов  $N_2$ , через которые проходит граница участка. Тогда площадь измеряемого участка вычисляется так:

$$S = S_0 \cdot (N_1 + \frac{1}{2}N_2),$$





$S_0$   
 единичная  
 площадь  
 элемента  
 палетки

1. Перевести числовые масштабы в словесные.
2. Перевести словесные масштабы в числовые.
3. Определить масштаб карты, если известно, что расстояние на местности  $L$  соответствует отрезку на карте  $d$  .
4. Увеличить в 4 раза масштабы.
5. Уменьшить в 2 раза масштабы.
6. Найти предельную точность масштаба.
7. Изобразить предлагаемые масштабы в виде линейных, определить получившуюся точность линейного масштаба.
8. Перейти к масштабу площадей для карт с известными масштабами.
9. Решить задачи с масштабами площадей.
10. Вычертить поперечный масштаб 1: 10 000. Отметить на нем 4 произвольных отрезка. Определить длину изображенных отрезков.
11. Измерить длину р. Андоги по карте разными приборами (циркулем-измерителем, курвиметром и ниткой), результаты записать в таблицу и сравнить.
12. Измерить площадь объекта по карте