

Измерение углов на местности

Для измерения горизонтальных и вертикальных углов на местности служат *теодолиты*



4Т30П



Leica TM5100A

Основные узлы:

Ориентирующее устройство

Угловые рабочие меры

Осевая система

Отсчетные устройства

Устройство теодолита

Подставка с подъемными винтами

предназначена для крепления теодолита к штативу, центрирования и горизонтирования прибора

Алидада - верхняя (вращающаяся относительно подставки) часть теодолита

Ориентирующее устройство – зрительная труба

служит для визирования на наблюдаемые цели

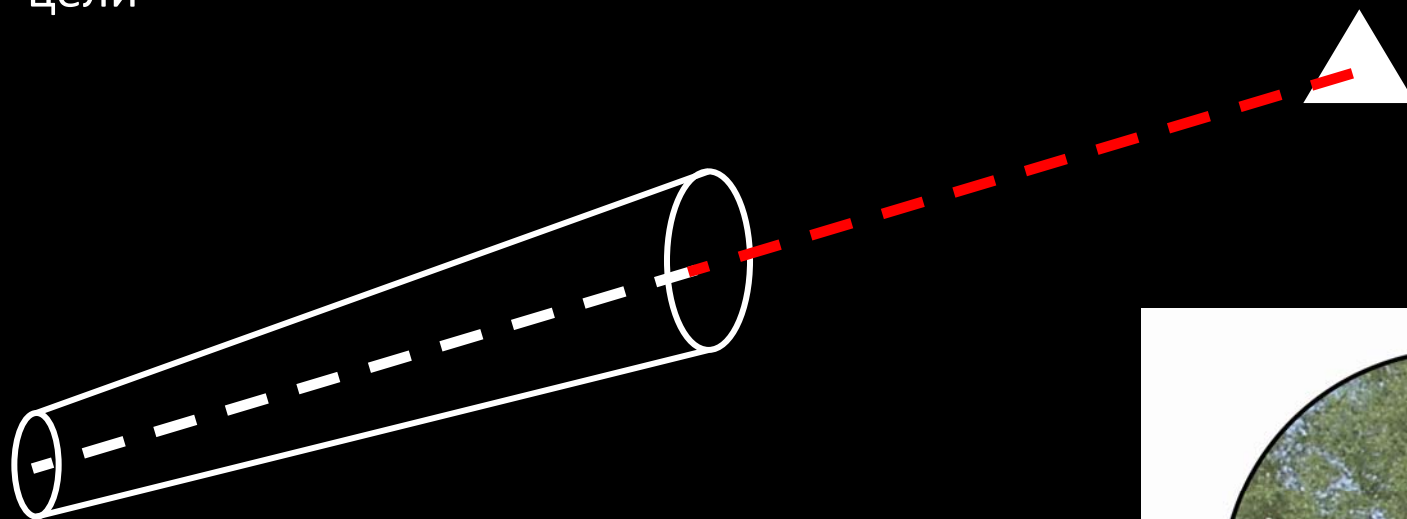
Оптическая система состоит из:
объектива, окуляра, внутренней фокусирующей линзы, сетки нитей



Устройство теодолита

Визирная ось трубы – воображаемая линия, соединяющая перекрестие сетки нитей и оптический центр объектива.

Линия визирования – продолжение визирной оси до наблюдаемой цели

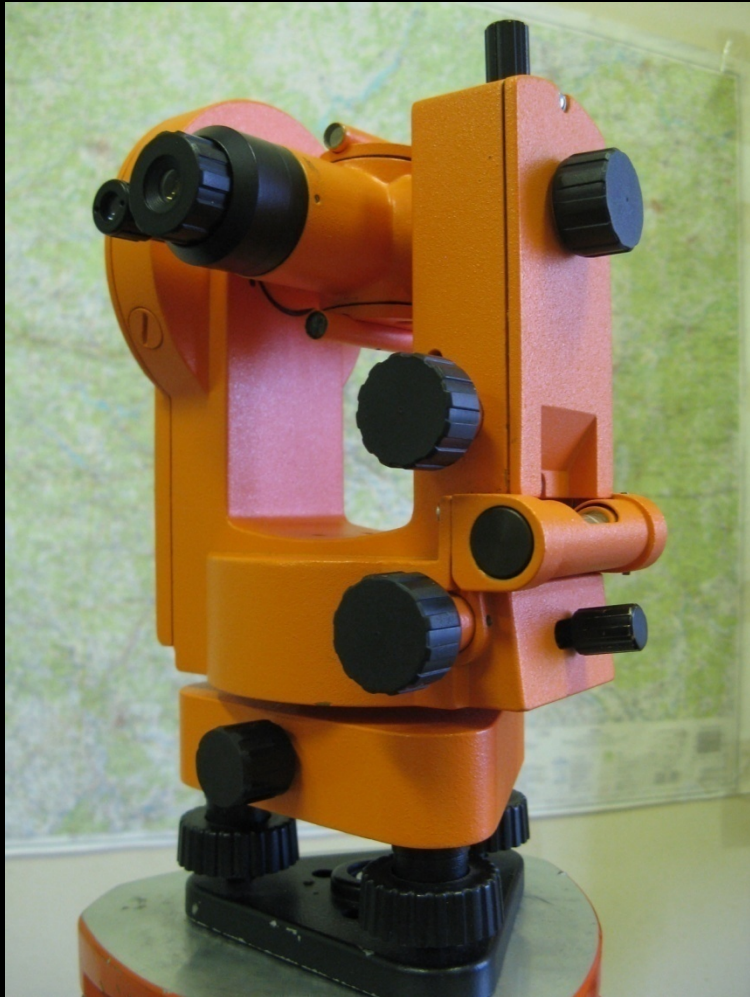


Сетка нитей система штрихов, нанесенных на стеклянной пластине

Двойной вертикальный штрих –
биссектор нитей



Устройство теодолита



**Визирование на
наблюдаемую цель**

Коллиматор

Зажимные винты
(закрепительные,
стопорные)
Наводящие винты
(микрометричные)

Угловые рабочие меры – лимбы

Лимбы располагают в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (горизонтального круга и вертикального круга)

Стеклянные кольца, по наружной окружности которых нанесены равные деления (через 1°)

Устройство теодолита

Горизонтальный круг служит для измерения горизонтальных углов.
Оцифровка лимба – от 0^0 до 360^0

Вертикальный круг служит для измерения вертикальных углов (углов наклона)



Лимб вертикального круга жестко закреплен на оси вращения зрительной трубы и вращается вместе с ней

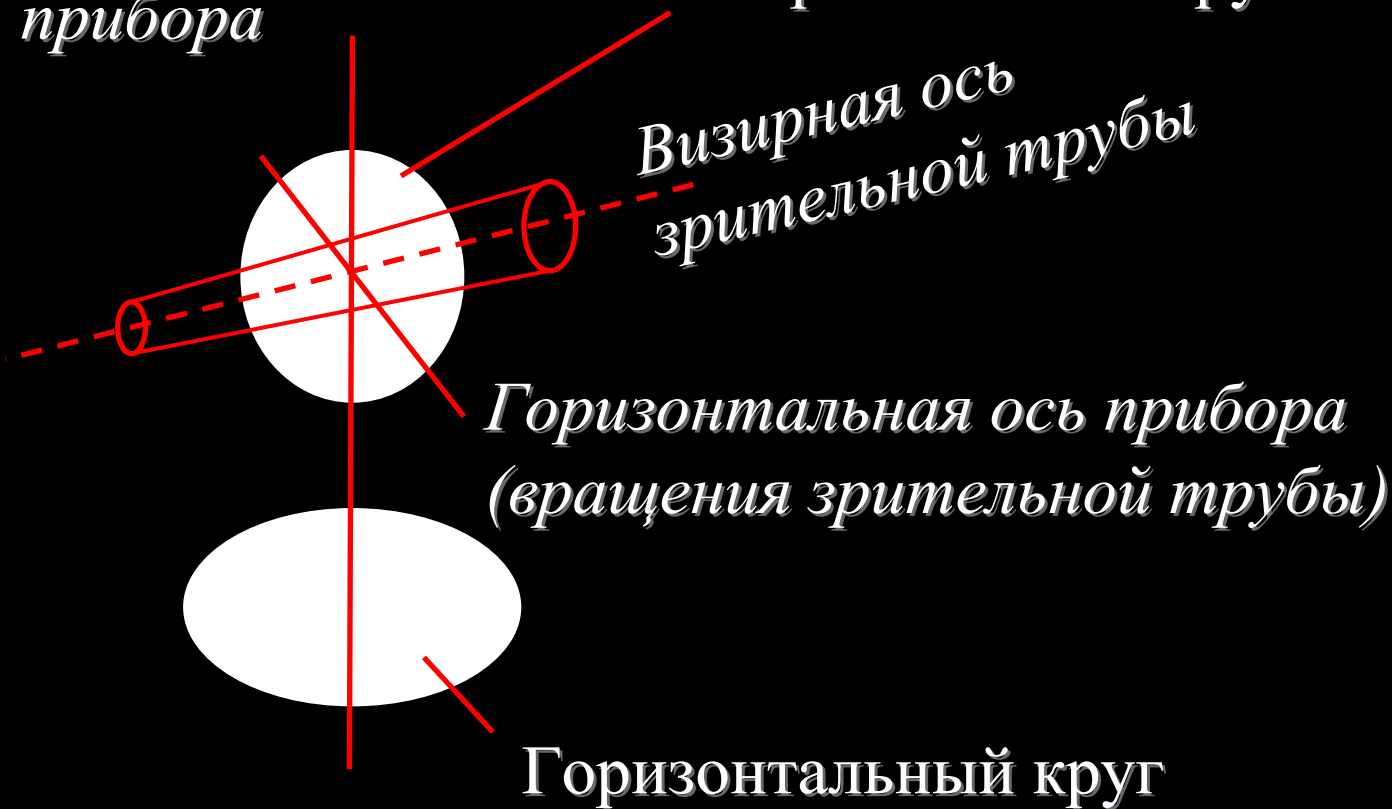
Секторная система вертикального круга:
круг разбит на 4 сектора
(от 0^0 до 60^0):
2 – с положительной оцифровкой,
2 – с отрицательной.

Устройство теодолита

Осевая система

*Ось вращения
прибора*

Вертикальный круг



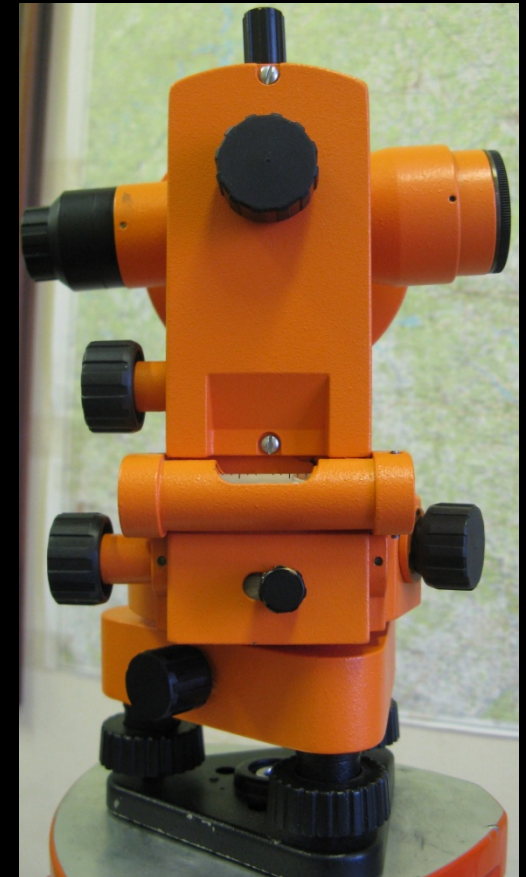
Устройство теодолита

Цилиндрический уровень служит для приведения оси вращения теодолита в отвесное положение, а плоскости лимба горизонтального круга – в горизонтальное положение

нуль-пункт уровня

Касательная к дуге внутренней поверхности уровня в нуль-пункте называется *осью цилиндрического уровня*

Если пузырек уровня находится в нуль-пункте, то ось уровня горизонтальна



Устройство теодолита

Основные геометрические условия

Поверки - действия, направленные на выявление соблюдения геометрических условий

Юстировка – действия, направленные на устранение выявленных нарушений геометрических условий

Устройство теодолита

Поверки теодолита

поверка цилиндрического уровня

Условие: «Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита»

поверка положения коллимационной плоскости

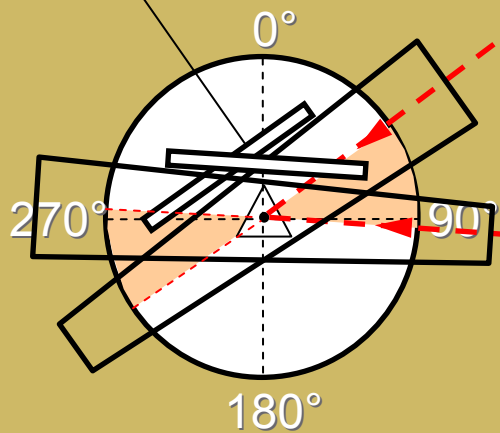
Условие: «Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения зрительной трубы»

поверка положения горизонтальной оси теодолита

поверка сетки нитей

Устройство теодолита

Положение вертикального
круга – круг лево (КЛ)

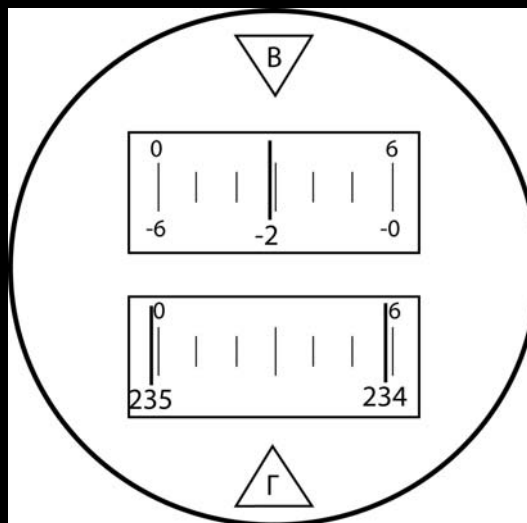


Положение вертикального
круга – круг право (КП)



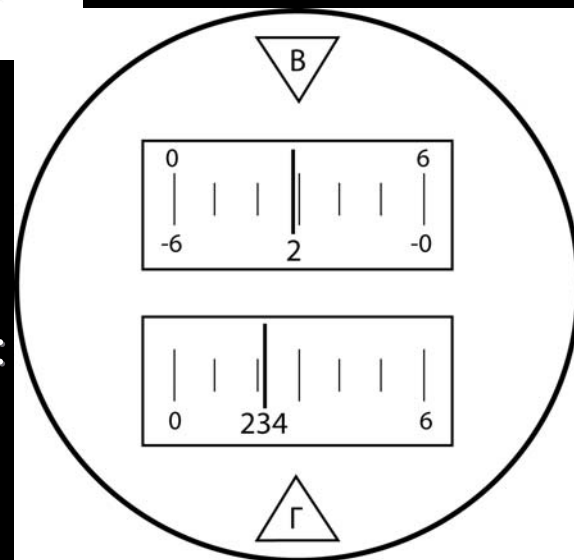
Устройство теодолита

Отсчетные устройства – шкаловой микроскоп



Горизонтальный круг:
 $234^{\circ} 58'$

Вертикальный круг:
 $-2^{\circ} 31'$



Горизонтальный круг:
 $234^{\circ} 22'$

Вертикальный круг:
 $2^{\circ} 29'$

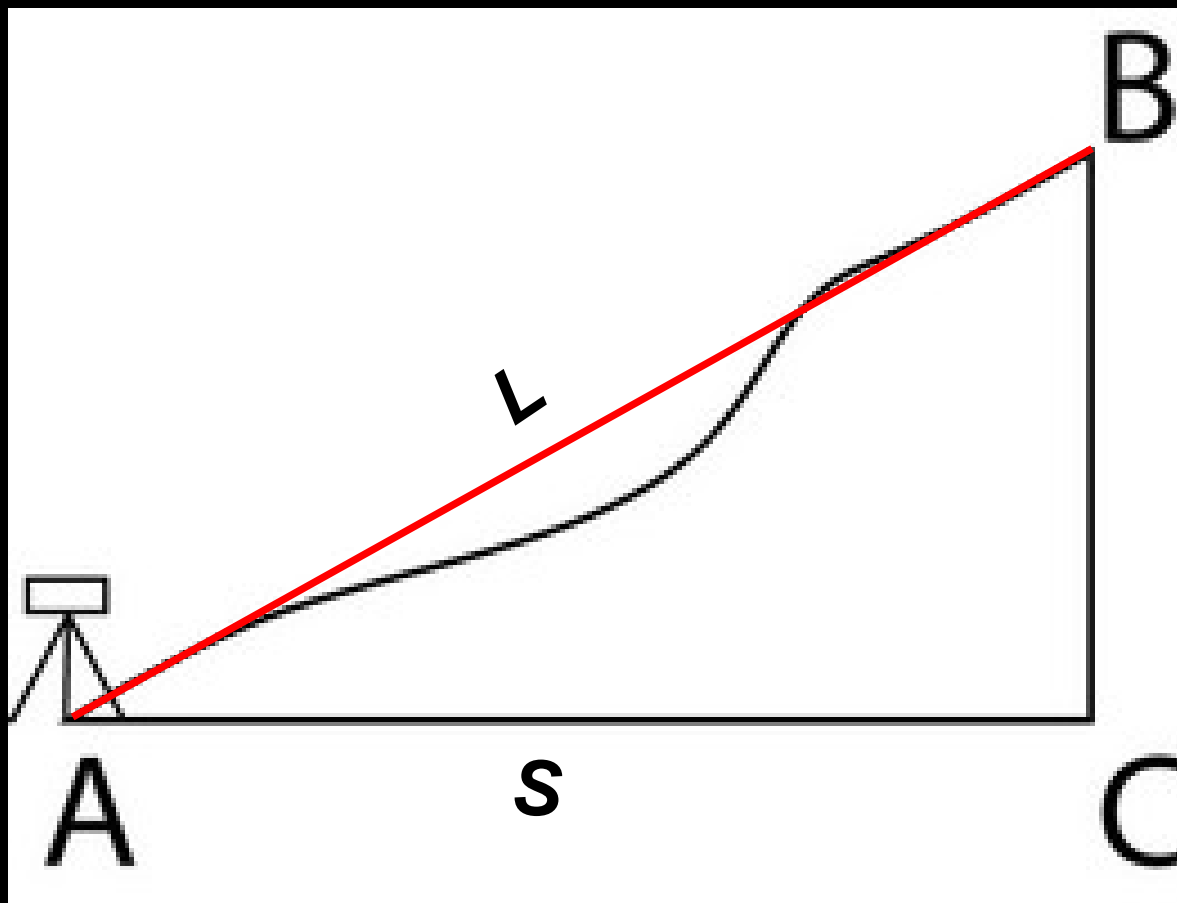
Устройство теодолита

При разных положениях круга отсчеты по вертикальному кругу должны быть с разными знаками, но равны по модулю

Среднее арифметическое отсчетов по КЛ и КП определяет место нуля (место горизонта)

$$МГ = (КЛ + КП) / 2$$

Измерение длин линий на местности



S – горизонтальное проложение

Измерение длин линий на местности

Непосредственный способ

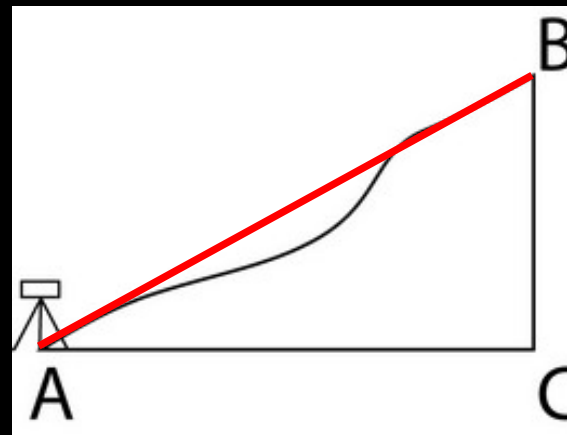
измерение длин механическими линейными приборами

мерные ленты, рулетки, проволоки

Землемерные ленты и рулетки



*Точность
1/1000 –
1/3000*



$$S = L \cos \nu$$

Эклиметр



Измерение длин линий на местности

Косвенный способ

Длина определяется
как функция
установленных
геометрических
соотношений

**Оптические
дальномеры
Аналитические
вычисления
по измеренным
углам и базисам**

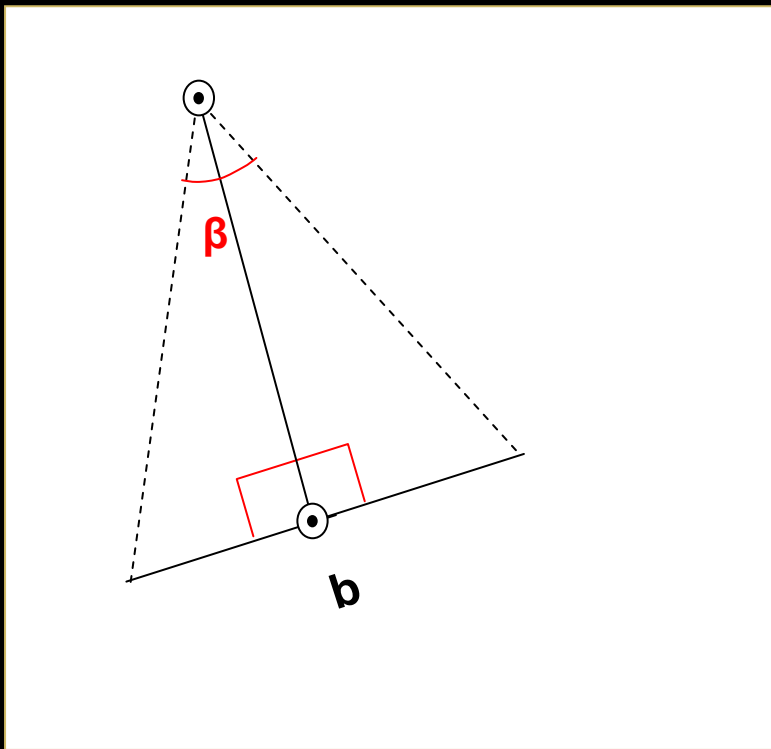
Длина определяется
как функция
установленных
физических
соотношений

**Светодальномеры
Радиодальномеры**

Измерение длин линий на местности

Оптический дальномер

в основу положено решение равнобедренного треугольника



β - парallaxический угол

b - базис (база)

$$S = b/2 * \text{ctg } \beta/2$$

парallaxический
треугольник

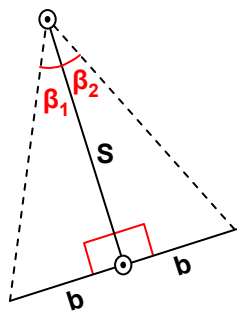
Измерение длин линий на местности

Оптические дальномеры:

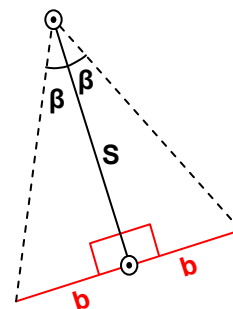
с постоянным базисом;

с постоянным углом (нитяной)

Дальномер с постоянным базисом

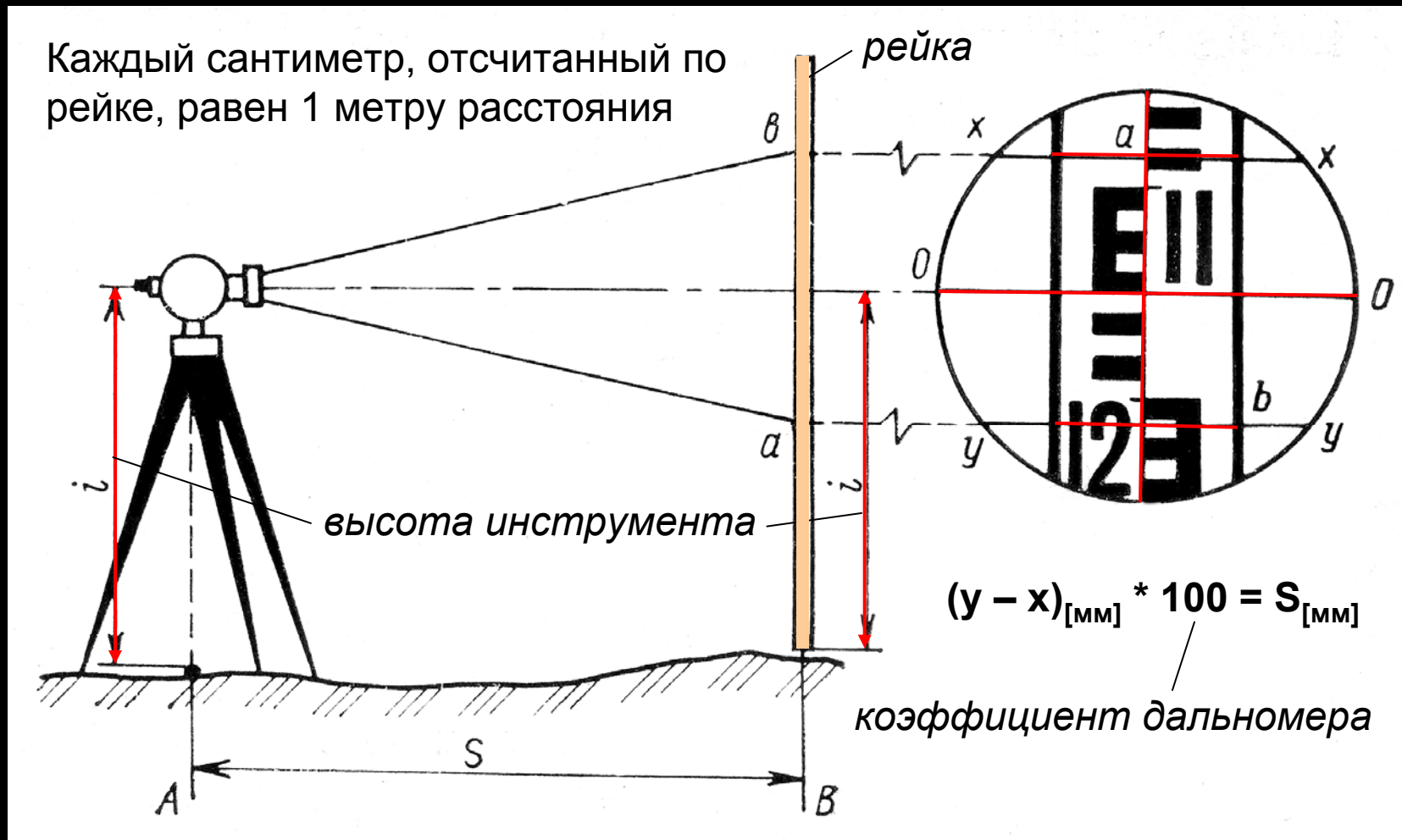


Дальномер с постоянным углом



Измерение длин линий на местности

Нитяной дальномер



Точность нитяного дальномера - 1 : 400, но не выше 10 см независимо от длины линии

Измерение длин линий на местности

Основные источники погрешностей:

Наклон рейки

Толщина сетки нитей

Неточности отсчитывания по
дальномерным нитям

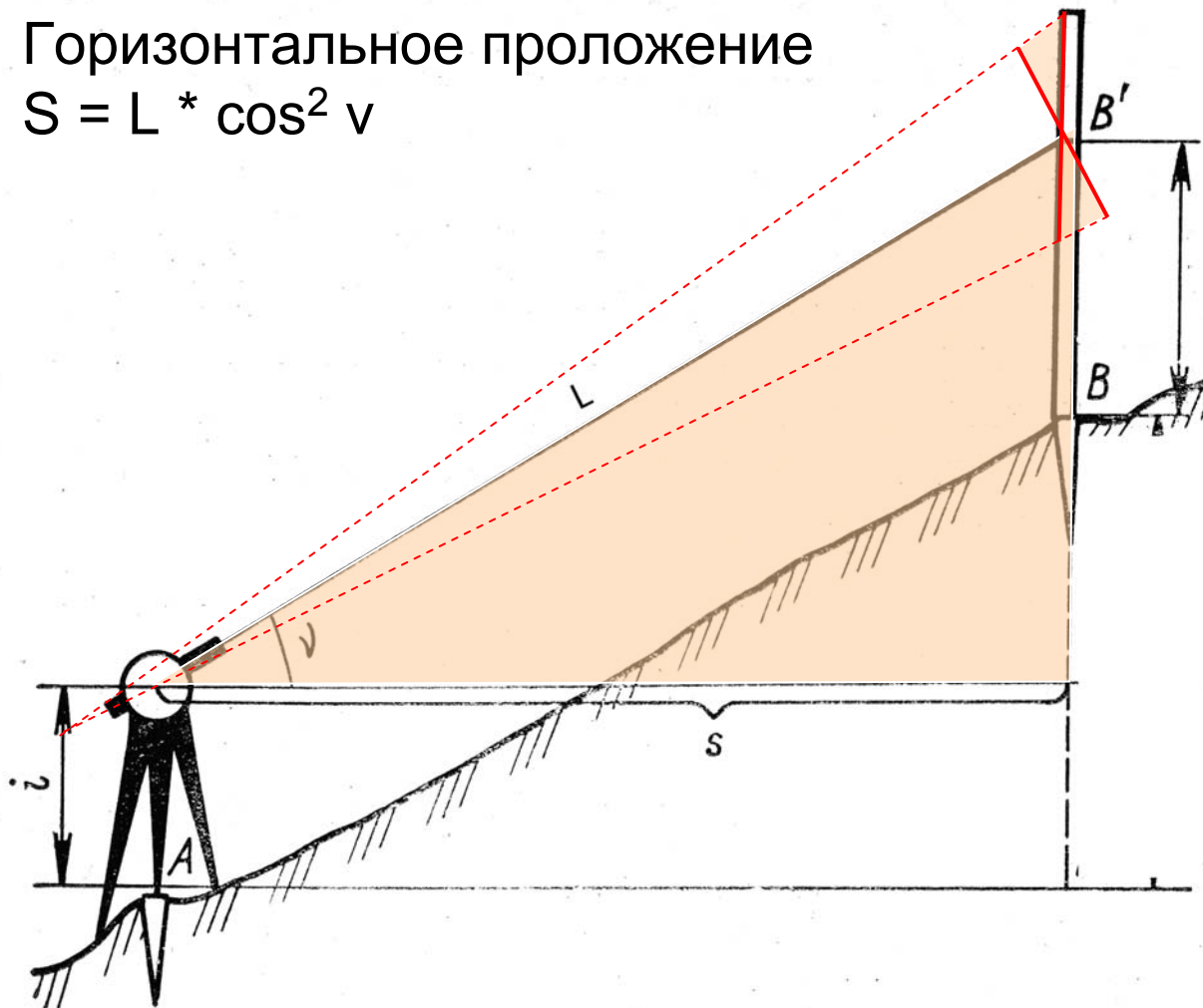
Неблагоприятные атмосферные условия

Измерение длин линий на местности

Горизонтальное проложение

Горизонтальное проложение

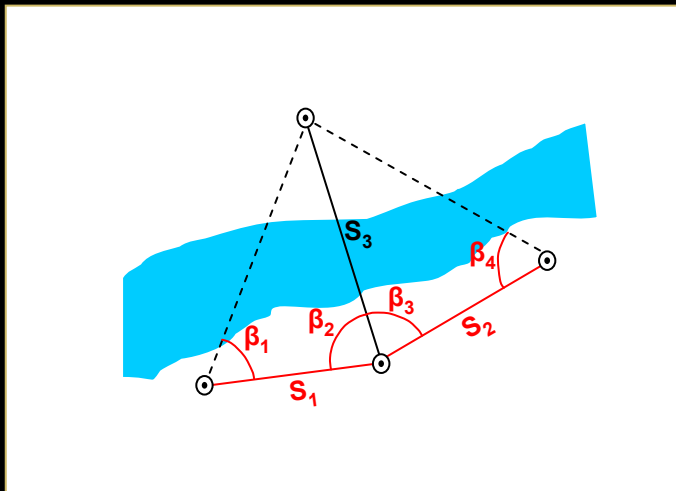
$$S = L * \cos^2 \nu$$



Измерение длин линий на местности

Косвенные измерения

(определение неприступного расстояния)



По теореме синусов

$$S_3 = (\sin \beta_1 * S_1) / \sin (180 - \beta_1 - \beta_2)$$

$$S_3 = (\sin \beta_4 * S_2) / \sin (180 - \beta_3 - \beta_4)$$

Измерение длин линий на местности

Свето-, радио- и лазерные дальномеры

Принцип: *вычисление расстояния между двумя точками как функции времени прохождения этого расстояния электромагнитным сигналом*

$$S = c t / n \quad S = c t / 2n$$

Фазовый метод

Определяют число уложений излучаемых полуволн в измеряемом расстоянии.

$$S = N \lambda + \Delta\lambda$$

Обычно используют две длины волны, одна из которых превышает максимально возможное измеряемое расстояние

точность 1/1 000 000 и выше

Измерение длин линий на местности

Свето-, радио- и лазерные дальномеры

