

© Автор – доцент ТХНГ ИПР Антропова Н.А

Курс лекций по дисциплине  
Геодезическое обеспечение  
строительства нефтегазовых  
объектов

# Лекция

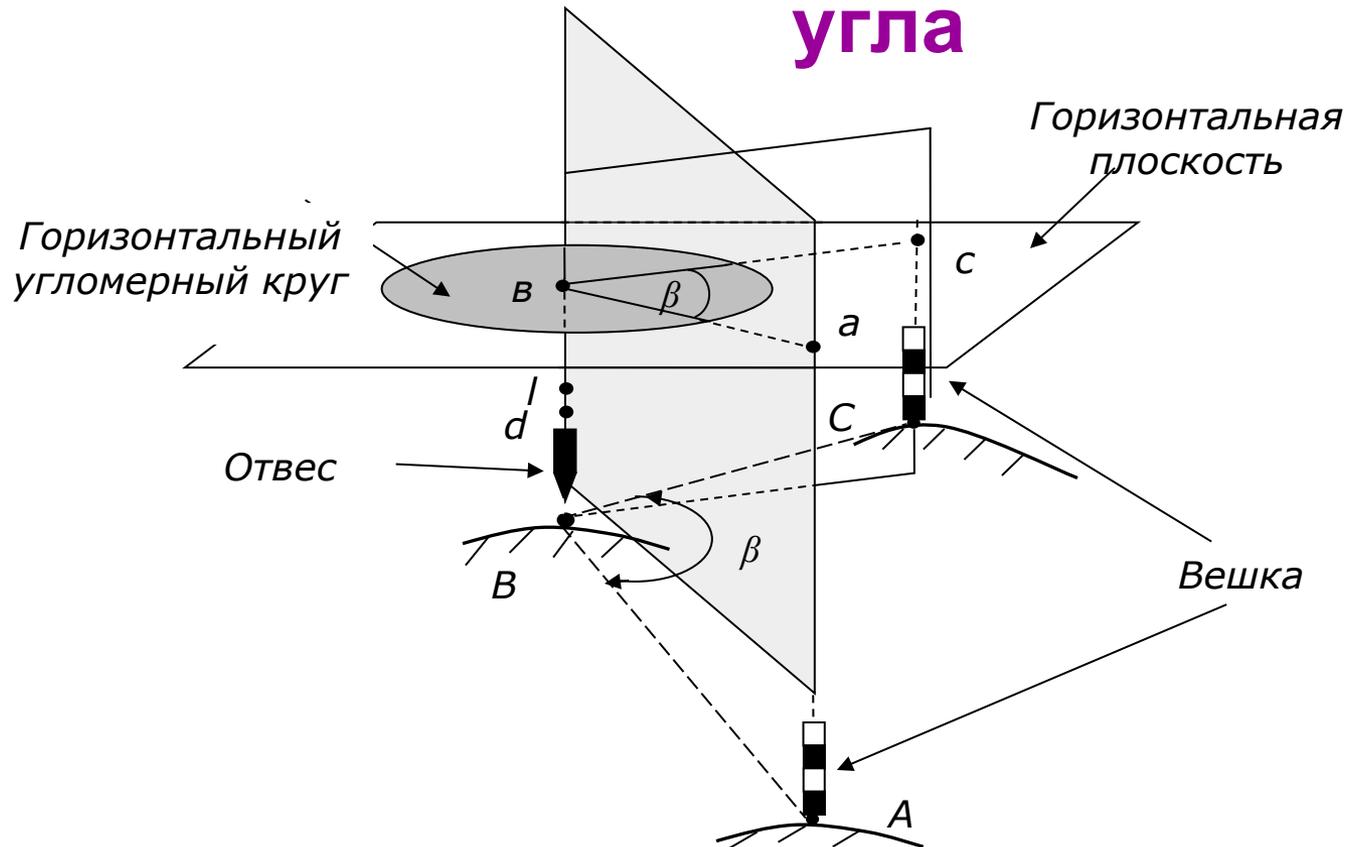
- **Измерение горизонтальных и вертикальных углов с помощью оптического теодолита**

# ПЛАН

- 1. Измерение горизонтального угла
- 2. Погрешности измерения горизонтального угла
- 3. Измерение угла наклона

# 1. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА

# Принцип измерения горизонтального угла



**Горизонтальный угол - это такой угол, который лежит в горизонтальной плоскости и является проекцией пространственного угла на неё.**

- значение горизонтального угла равно разности двух отсчётов по горизонтальному угломерному кругу, полученных после визирования по двум сторонам угла

# Горизонтальный угол

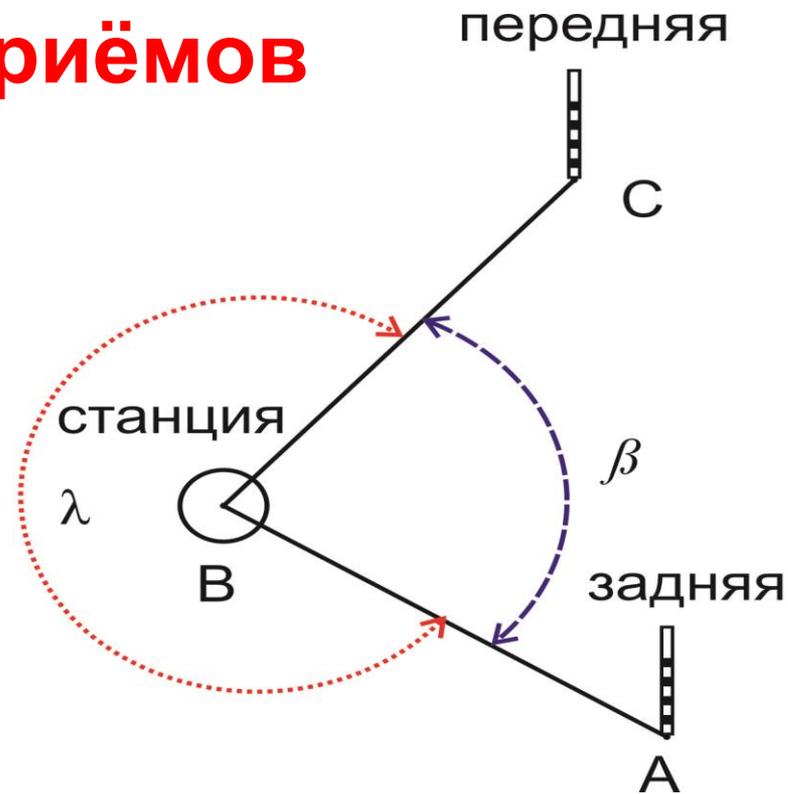
- это такой угол, который лежит в горизонтальной плоскости и является проекцией пространственного угла на неё.

# Принцип измерения

- значение угла равно разности двух отсчётов по горизонтальному угломерному кругу, полученных после визирования по двум сторонам угла

# Порядок измерений и вычислений горизонтального угла способом приёмов

Точка установки  
прибора  
называется  
станцией



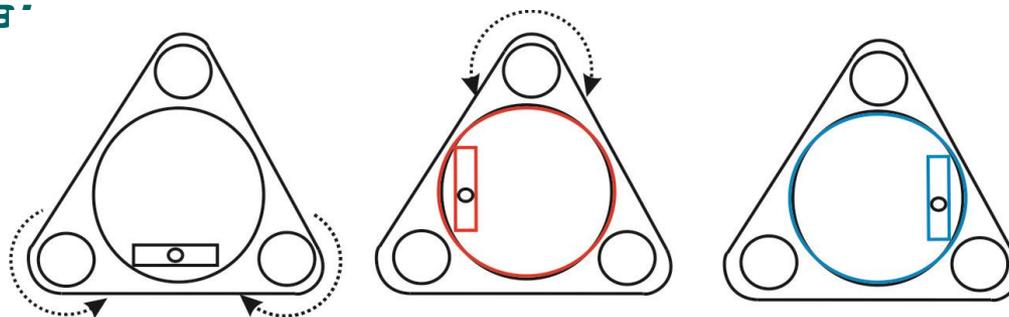
- Перекрестие сетки нитей наводят на самую нижнюю видимую часть рейки

# Подготовка прибора к работе



## 1. Установка теодолита на станции в рабочее положение.

**центрирование теодолита** - установка центра ГУК над вершиной измеряемого угла с помощью отвеса или оптического центрира;  
**горизонтирование** - приведение плоскости ГУК в горизонтальное положение с помощью цилиндрического уровня горизонтального круга и подъемных винтов



## 2. Подготовка трубы к наблюдениям.

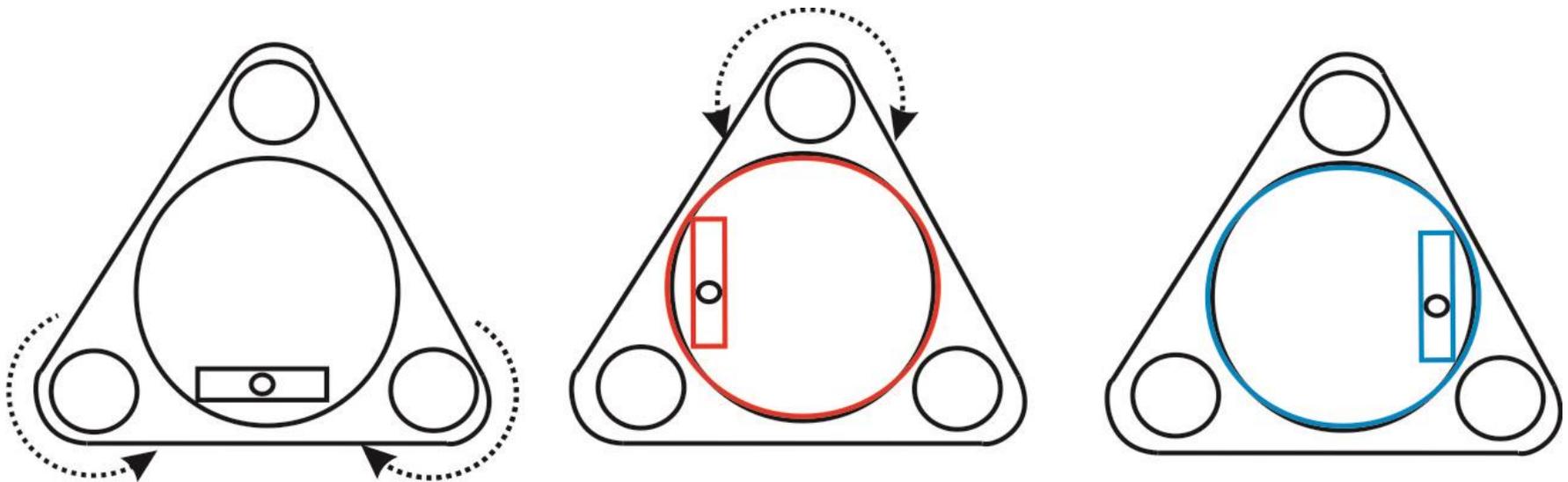
Установка трубы по глазу производится вращением **окулярного кольца** до наилучшей видимости сетки нитей.

Приблизженное наведение на предмет с помощью **оптического визира** (при откреплённой алидаде или лимбе) в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Установка трубы по предмету производится с помощью **диоптрийного кольца**, вращая который добиваются четкого изображения предмета.

Точное наведение на предмет с помощью наводящих винтов в горизонтальной и вертикальной плоскостях

# Схема приведения пузыря в нуль-пункт



## 2. Подготовка трубы к наблюдению

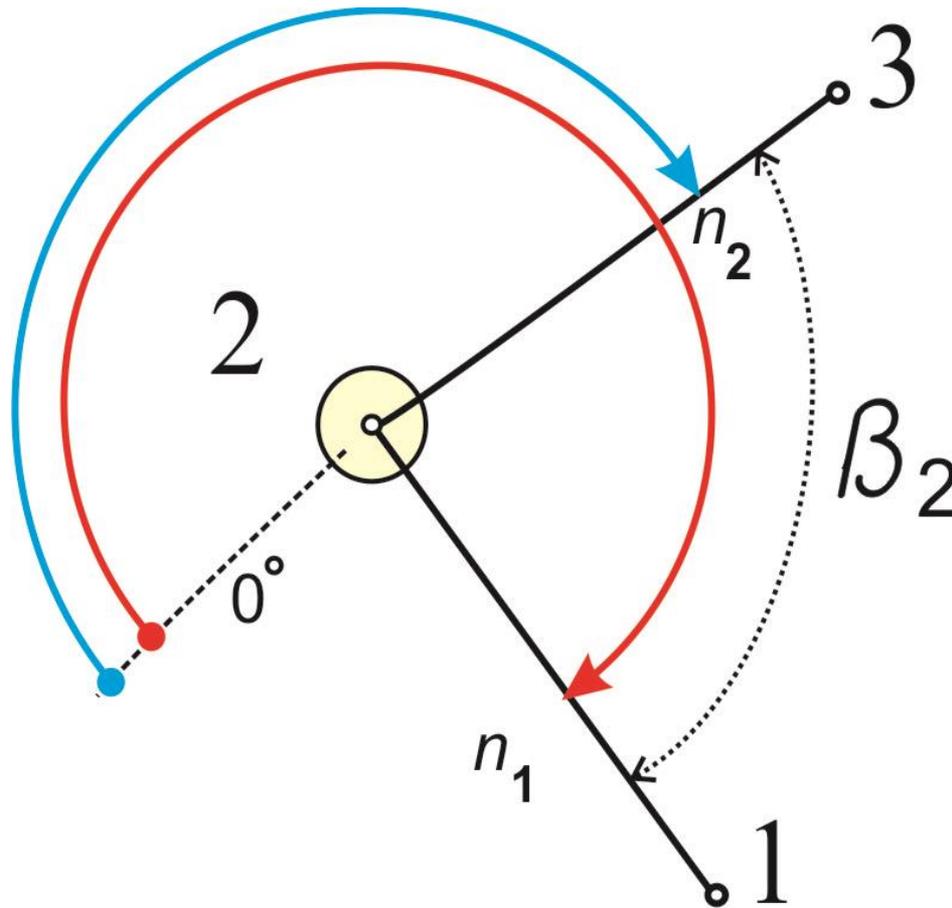
- Установка трубы по глазу производится вращением **окулярного кольца** до наилучшей видимости сетки нитей.
- Приблизённое наведение на предмет с помощью **оптического визира** (при откреплённой алидаде или лимбе) в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

- Установка трубы по предмету производится с помощью **диоптрийного кольца**, вращая который добиваются четкого изображения предмета.
- Точное наведение на предмет с помощью наводящих винтов в горизонтальной и вертикальной плоскостях

- **Круг лево (КЛ) – вертикальный круг располагается слева от трубы**
- **Круг право (КП) – вертикальный круг располагается справа от трубы**

# Способ отдельного угла (способ полуприёмов)

## I. Первый полуприём (КЛ)



# I. Первый полуприём (КЛ)

- визируют на вершину *заднего угла* берут отсчёт по лимбу горизонтального круга  $n_1$ ;
- визируют на вершину *переднего угла*, берут отсчёт  $n_2$ ;
- вычисляют значение угла при круге лево

$$\beta_{\text{кл}} = n_1 - n_2$$

- Перед *вторым полуприёмом* открепляют трубу и переводят её через зенит.
- Затем открепляют алидаду и разворачивают прибор на 180°.

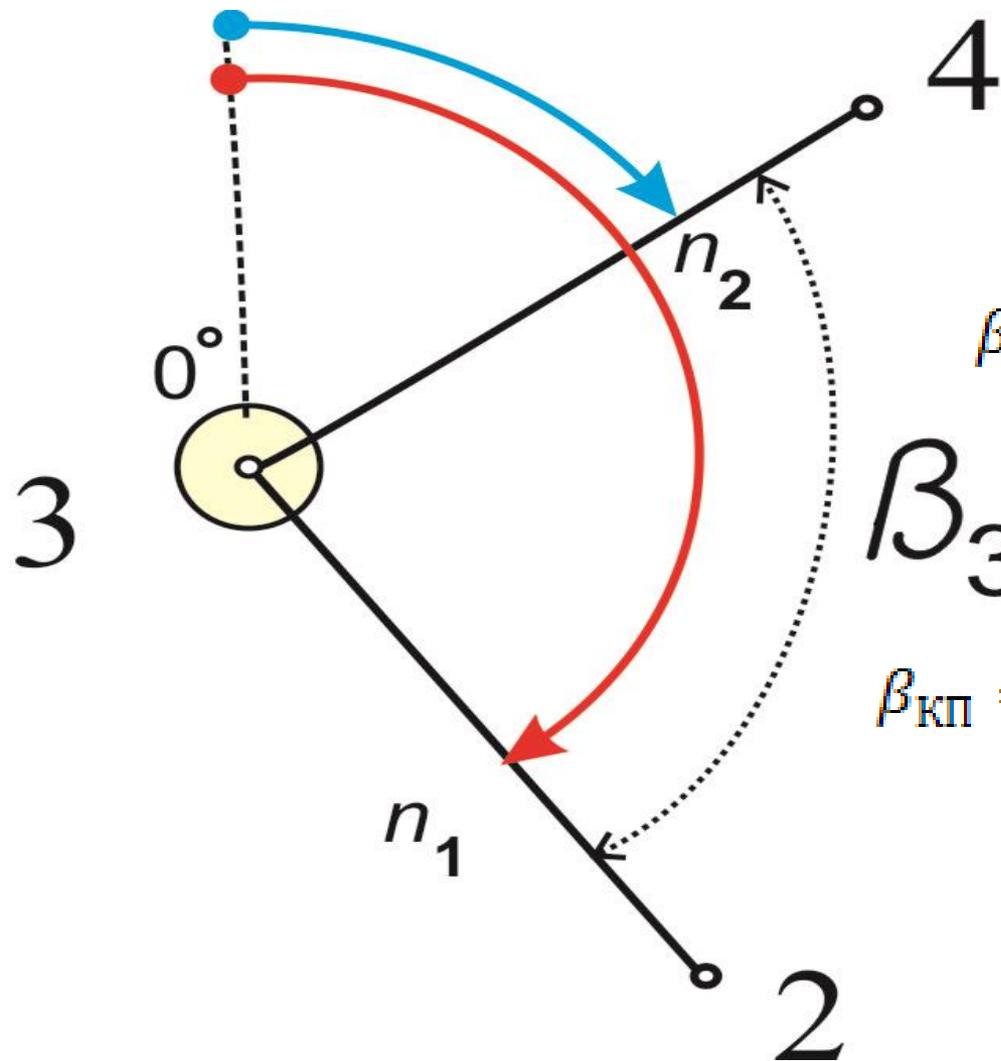
## II. Второй полуприём (КП)

$$C \leq 2t \quad \beta_{cp} = \frac{\beta_{KL} + \beta_{KP}}{2}$$

- **Если отсчет на предыдущую станцию окажется меньше отсчета на следующую станцию (ноль лимба закреплён внутри угла), то к нему прибавляют  $360^\circ$ .**

**Вычислите правый по ходу горизонтальный угол,  
измеренный теодолитом 2Т30**

- **Прибор стоит на станции 3.**
- **$КЛ_2 = 121^{\circ}58'$ ;**
- **$КЛ_4 = 6^{\circ}34'$ ;**
- **$КП_2 = 301^{\circ}59'$ ;**
- **$КП_4 = 186^{\circ}32'$ ;**
- **Сделайте схему при КЛ. Вычислите горизонтальный угол.**



$$\beta_{\text{кп}} = 121^\circ 58' - 6^\circ 34' = 115^\circ 24';$$

$\beta_3$

$$\beta_{\text{кп}} = 301^\circ 59' - 186^\circ 32' = 115^\circ 27'.$$

## ПРИМЕР на дом

- Прибор стоит на станции 2.

$$\text{КЛ}_1 = 328^\circ 00';$$

$$\text{КЛ}_3 = 113^\circ 14';$$

$$\text{КП}_1 = 147^\circ 59';$$

$$\text{КП}_3 = 293^\circ 14';$$

- Сделайте схему при КЛ . Вычислите горизонтальный угол.



- **От нуля при КЛ и КП;**
- **В режиме HR поворачивая по часовой стрелке**



# 2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА

# ○ 3. Измерение углов наклона

- **Углом наклона называется угол в вертикальной плоскости между направлением на предмет и направлением, соответствующим горизонтальному положению визирной оси.**

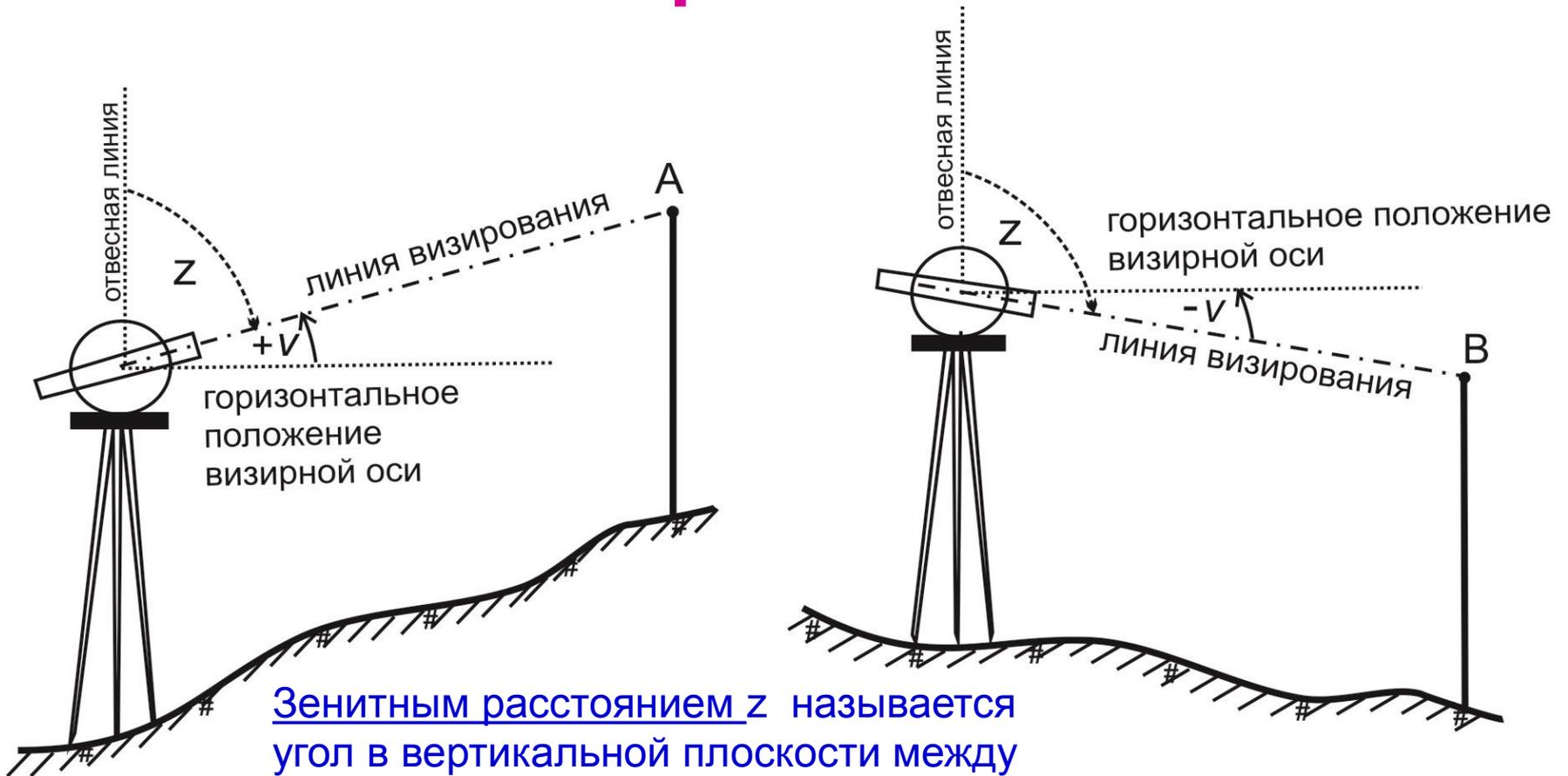
# Угол наклона



**Принцип измерения угла наклона тот же, что и горизонтального, т.е. значение угла равно разности двух отсчётов, полученных после визирования по двум сторонам угла.**

- При измерении вертикальных углов **перекрестие сетки** нитей наводят на **визирные знаки**, в качестве которых используют рейки с отмеченными точками визирования.

# Зенитное расстояние $z$



Зенитным расстоянием  $z$  называется угол в вертикальной плоскости между отвесной линией и визирным лучом, направленным на наблюдаемую точку. Зенитное расстояние дополняет угол наклона до  $90^\circ$ .

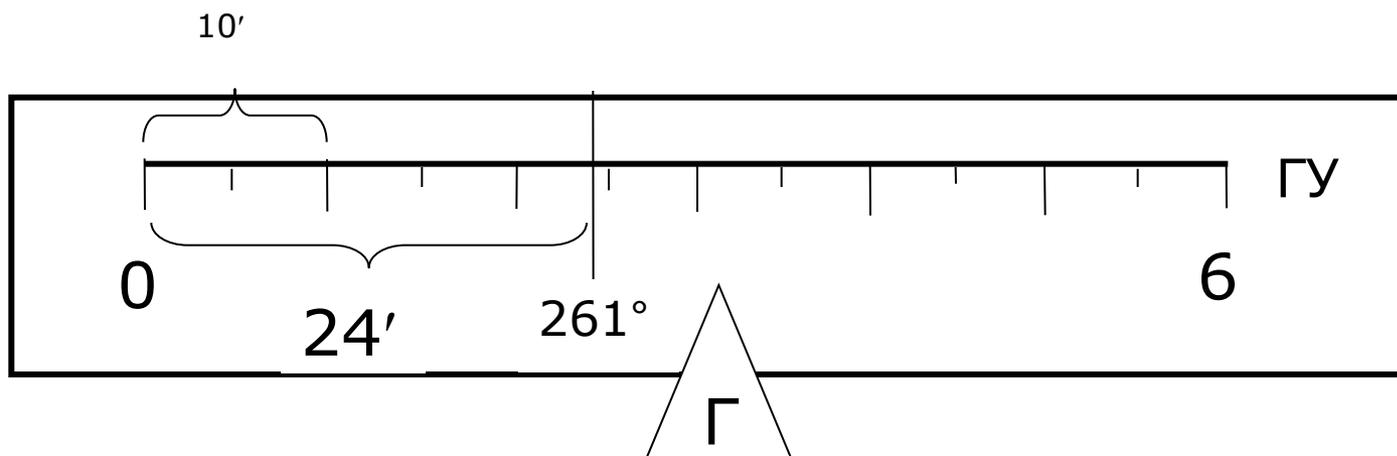
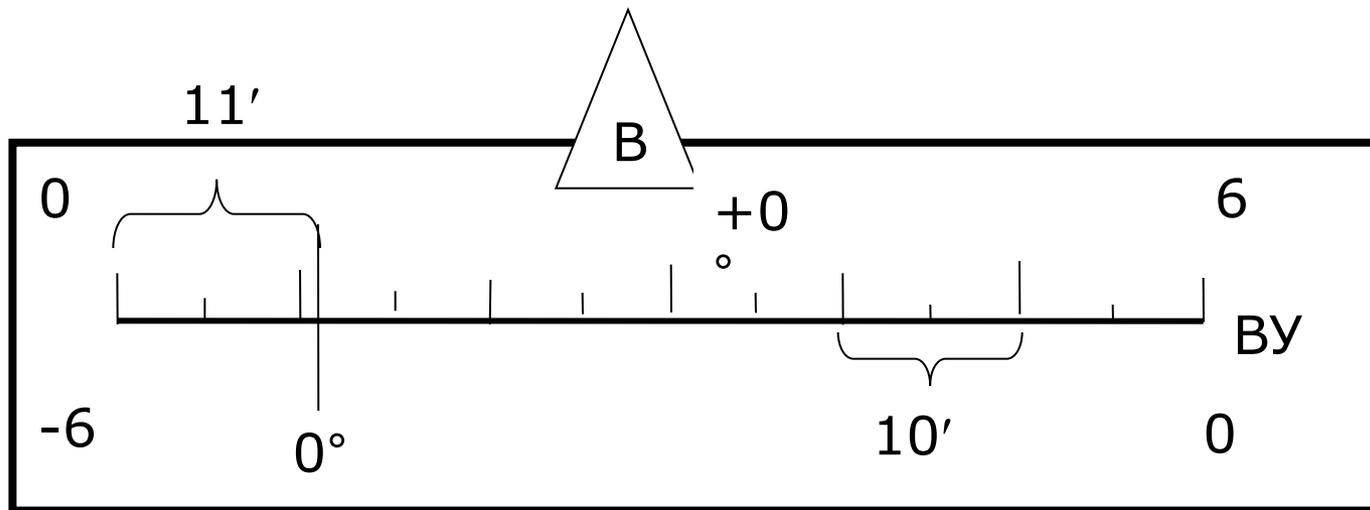
- Зенитным расстоянием  $z$  называется угол в вертикальной плоскости между отвесной линией и визирным лучом, направленным на наблюдаемую точку. Зенитное расстояние дополняет угол наклона до  $90^\circ$ .
- Компенсатор

- При измерении вертикальных углов перекрестие сетки нитей наводят на визирные знаки, в качестве которых используют рейки с отмеченными точками визирования.

# Порядок работы

- 1. Проверить положение пузырька цилиндрического уровня при трубе (при лимбе ГУК).
- 2. Снять отсчет по вертикальному кругу при КП и записать в журнал
- 3. Перевести трубу через зенит и снять отсчёт при КП.
- 4. Вычислить вертикальный угол.

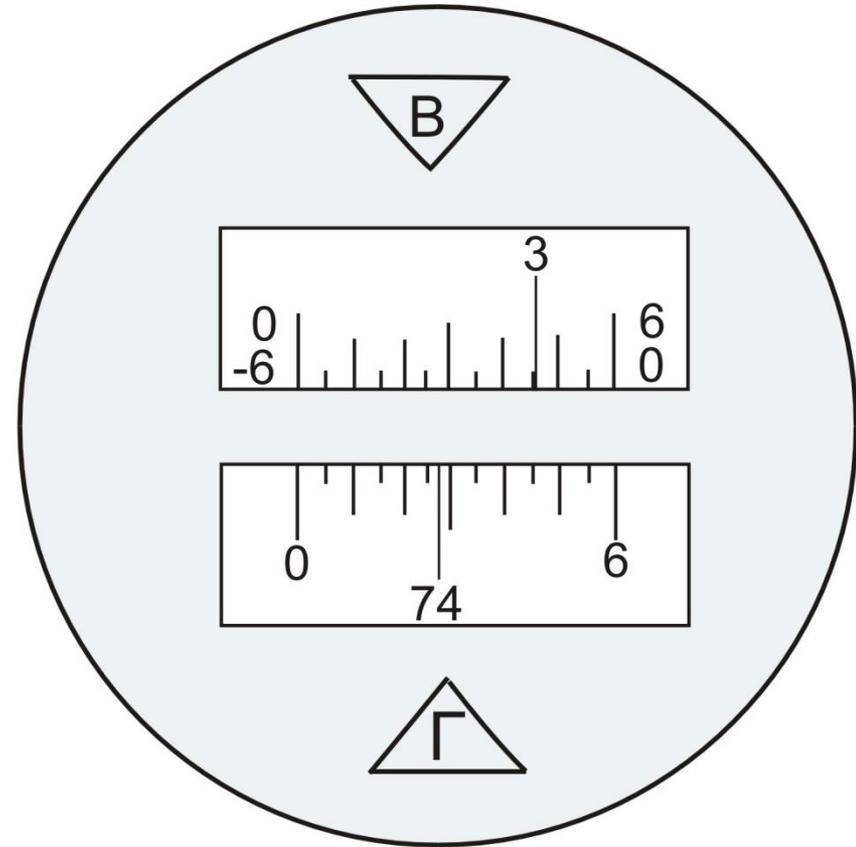
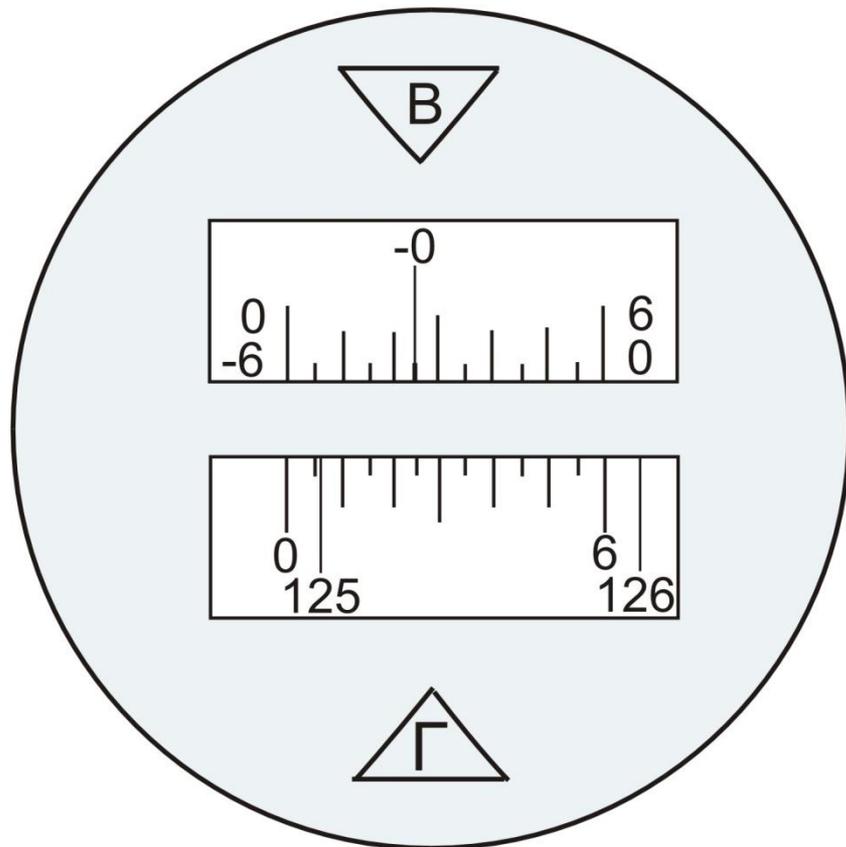
# Отсчётный микроскоп теодолита 2Т30



## Взятие отсчёта по отсчётному микроскопу при измерении вертикального угла

- СЧИТЫВАЮТ количество градусов отсчётного штриха ;
- СЧИТЫВАЮТ минуты – если вверху стоит «минус число» – по отрицательной шкале от нуля до отсчётного штриха, если вверху стоит «+число» – по положительной шкале от нуля до отсчётного штриха (по рисунку – «+11'»).

# Вид в микроскоп 2Т30

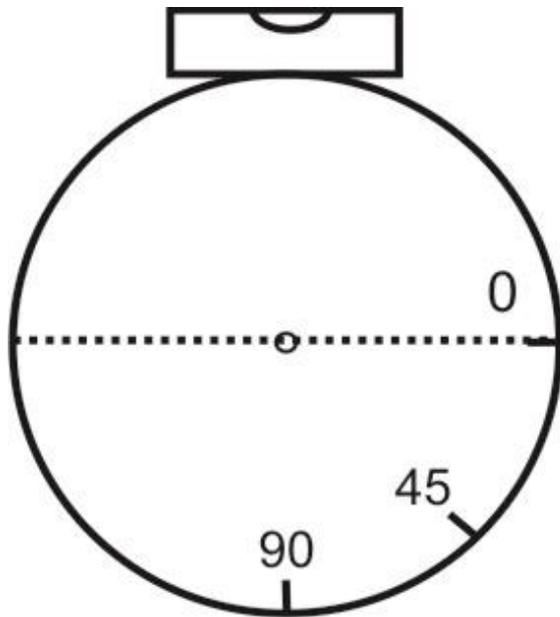


# Вид в микроскоп ОТ-05

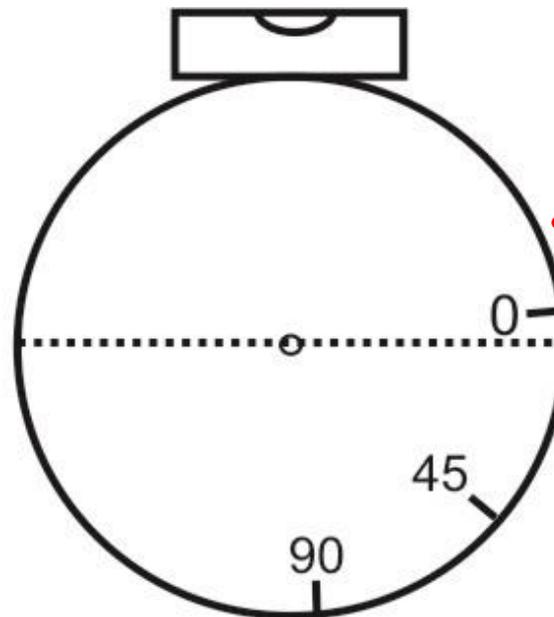
# Теодолит ГЕОВОХ ТЕ-20



# Место нуля вертикального круга



$M_0=0$



$M_0 \neq 0$

- **это отсчет по лимбу вертикального круга, когда визирная ось зрительной трубы горизонтальна, пузырек уровня находится в нуль-пункте**

# Место нуля (МО)

- *это отсчет по лимбу вертикального круга, когда визирная ось зрительной трубы горизонтальна,*  
пузырек уровня находится в нуль-пункте

# Т30, ТОМ

$$M0 = \frac{KЛ + KП + 180^\circ}{2}$$

$$\nu = KЛ - M0$$

$$\nu = M0 - (KП + 180^\circ)$$

$$\nu = \frac{KЛ - (KП + 180^\circ)}{2}$$

# 2Т30, Т15К, 2Т30П

(секторная оцифровка лимба)

$$M0 = \frac{KЛ + КП}{2}$$

$$v = KЛ - M0$$

$$v = M0 - КП$$

$$v = \frac{KЛ - КП}{2}$$

# Оптический теодолит ГЕОВОХ ОТ-05

$$MЗ = \frac{1}{2} [(KЛ + KП) - 360^\circ]$$

$$Z = KЛ - MЗ.$$

$$v = 90^\circ - Z.$$

# Пример

- **Вычислите вертикальный угол для направления I-II (2Т30).**

**Отсчёты: КЛ =  $0^{\circ}11'$ ,  
КП =  $-0^{\circ}12'$ .**

# Ответ на Пример

$$M0_I = \frac{KЛ_{I-II} + KП_{I-II}}{2} = \frac{0^\circ 11' + (-0^\circ 12')}{2} = -0^\circ 00,5';$$

$$v_{I-II} = M0 - KП = -0^\circ 00,5' - (-0^\circ 12') = 0^\circ 11,5'.$$

$$v_{I-II} = \frac{KЛ - KП}{2} = \frac{0^\circ 11' - (-0^\circ 12')}{2} = 0^\circ 11,5'.$$

# (ГЕОВОХ ОТ-05)

- Вычислите угол наклона для стороны теодолитного хода 1-2.
- Отсчёт при КЛ равен  $86^{\circ}47,5'$  ,
- при КП  $273^{\circ}12'$

## Особенности измерения вертикальных углов электронным теодолитом GEOVOX TE-20

- Для приведения трубы в режим измерений вертикальных углов необходимо повернуть её так, чтобы она пересекла место нуля.
- Предельный угол компенсации при автоматической компенсации по вертикальной оси. – 3'. При больших углах наклона прибор выходит из режима угловых измерений и необходима корректировка цилиндрического уровня при горизонтальном круге.

# Дисплей электронного теодолита с заблокированным вертикальным углом

- V SEG
- HR 00<sup>0</sup>00'00''