

- 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

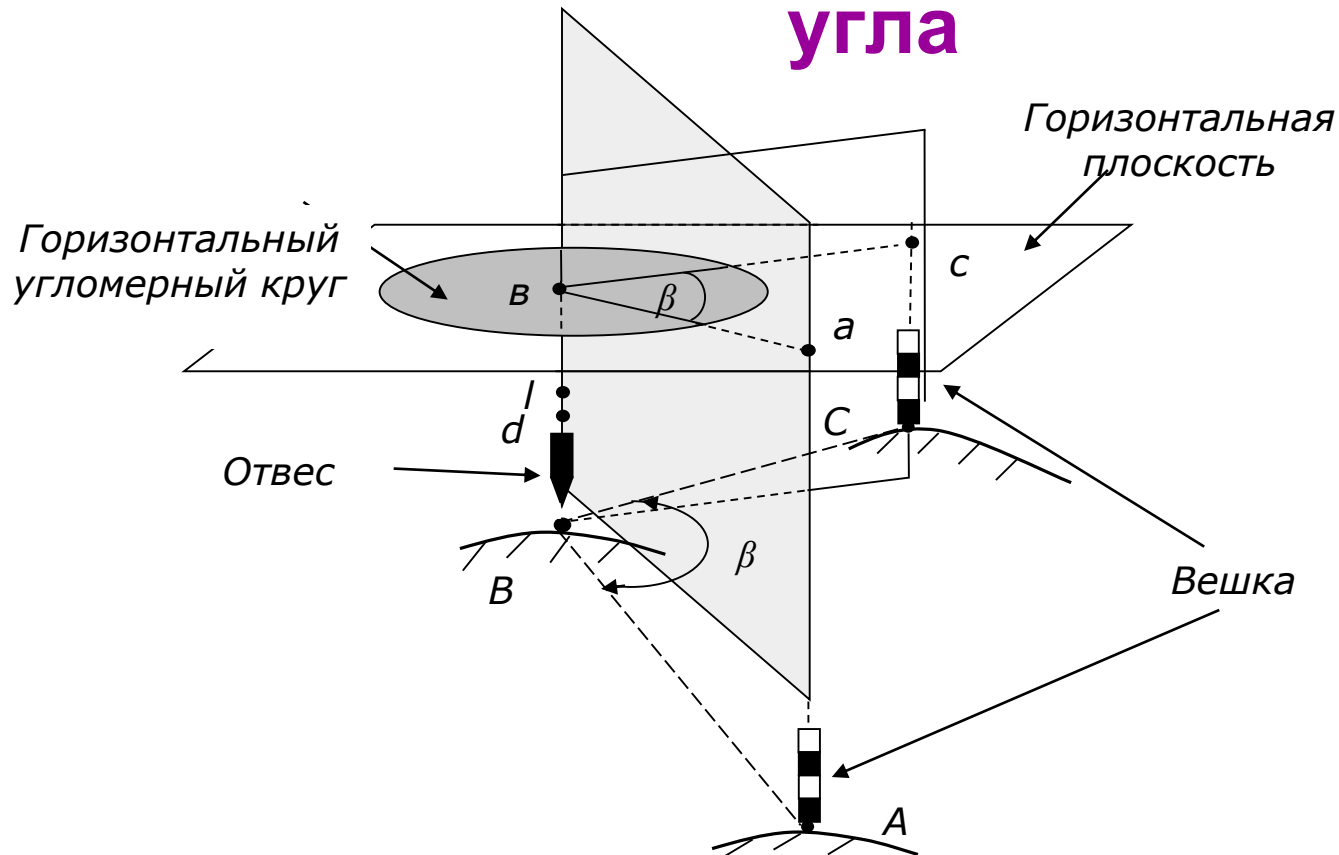
- 1. Измерение горизонтального угла
- 2. Погрешности измерения горизонтального угла
- 3. Измерение угла наклона



A group of students in a classroom are gathered around a surveying instrument mounted on a tripod. The instrument is yellow and black. The students are dressed in casual attire, including a yellow polo shirt, a checkered shirt, and a white shirt. In the background, there are blackboards and a television mounted on the wall. A wooden table in the foreground has some equipment and cables on it. The text "1. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА" is overlaid on the image in a light blue, semi-transparent font.

1. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА

Принцип измерения горизонтального угла

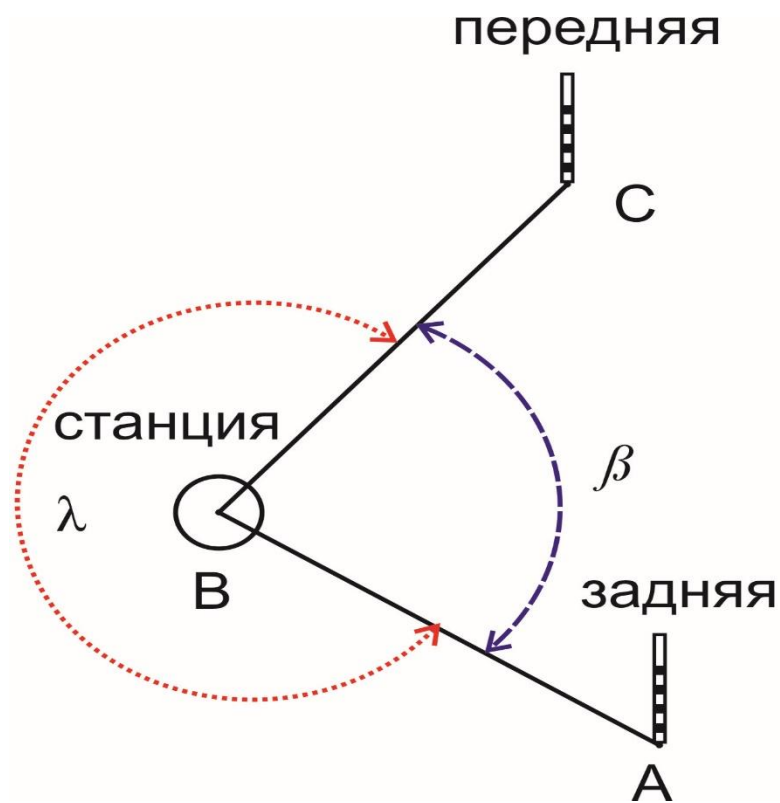


Горизонтальный угол - это такой угол, который лежит в горизонтальной плоскости и является проекцией пространственного угла на неё.

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

Порядок измерений и вычислений правого горизонтального угла способом приёмов

Точка установки прибора называется станцией



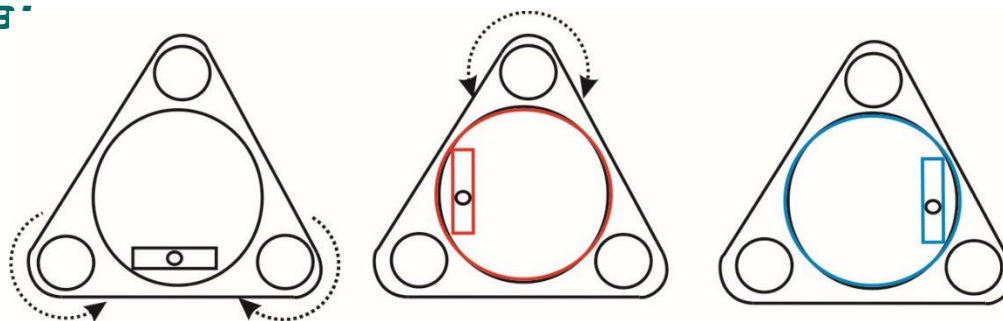
- Перекрестие сетки нитей наводят на самую нижнюю видимую часть рейки

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.
- Приблизжённое наведение на предмет с помощью **оптического визира** (при откреплённой алидаде или лимбе) в горизонтальной и вертикальной плоскостях.
- Установка трубы по предмету производится с помощью **винта фокусировки трубы**, 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**



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

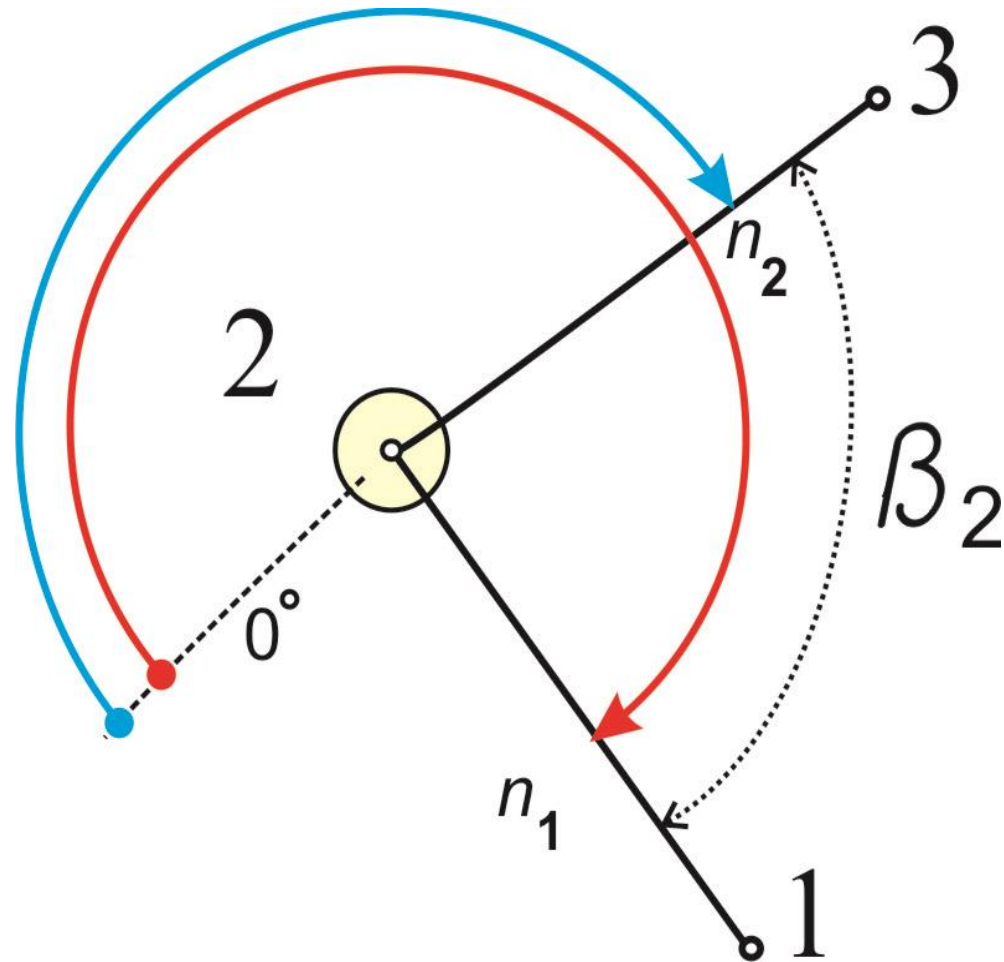


Способ отдельного угла (способ полуприёмов)

I. Первый полуприём (КЛ)

1. визируют на вершину заднего угла берут отсчёт по лимбу горизонтального круга n_1 ;
2. визируют на вершину переднего угла, берут отсчёт n_2 ;
3. вычисляют значение угла при круге лево

$$\beta_{\text{кл}} = n_1 - n_2$$



Способ отдельного угла (способ полуприёмов)

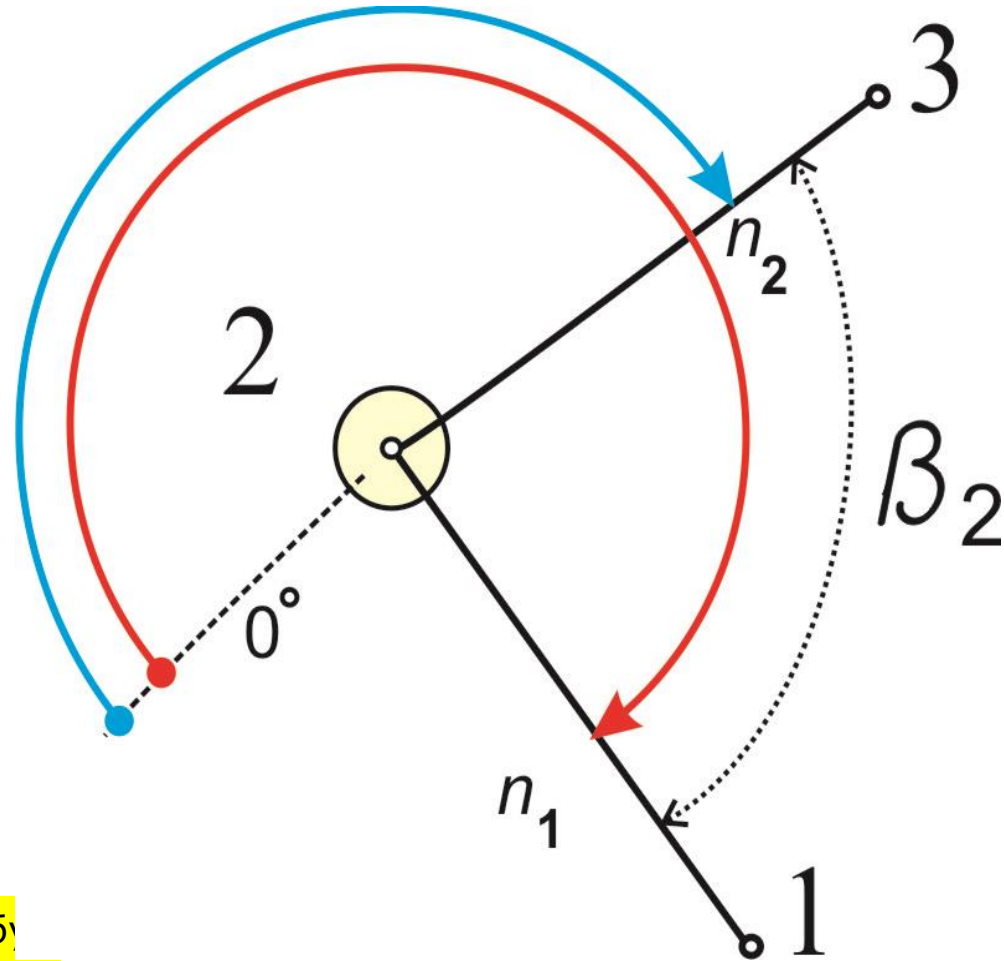
I. Первый полуприём (КЛ)

1. визируют на вершину *заднего угла* берут отсчёт по лимбу горизонтального круга n_1 ;
2. визируют на вершину *переднего угла*, берут отсчёт n_2 ;
3. вычисляют значение угла при круге лево

$$\beta_{кл} = n_1 - n_2$$

Меняют положение вертикального круга

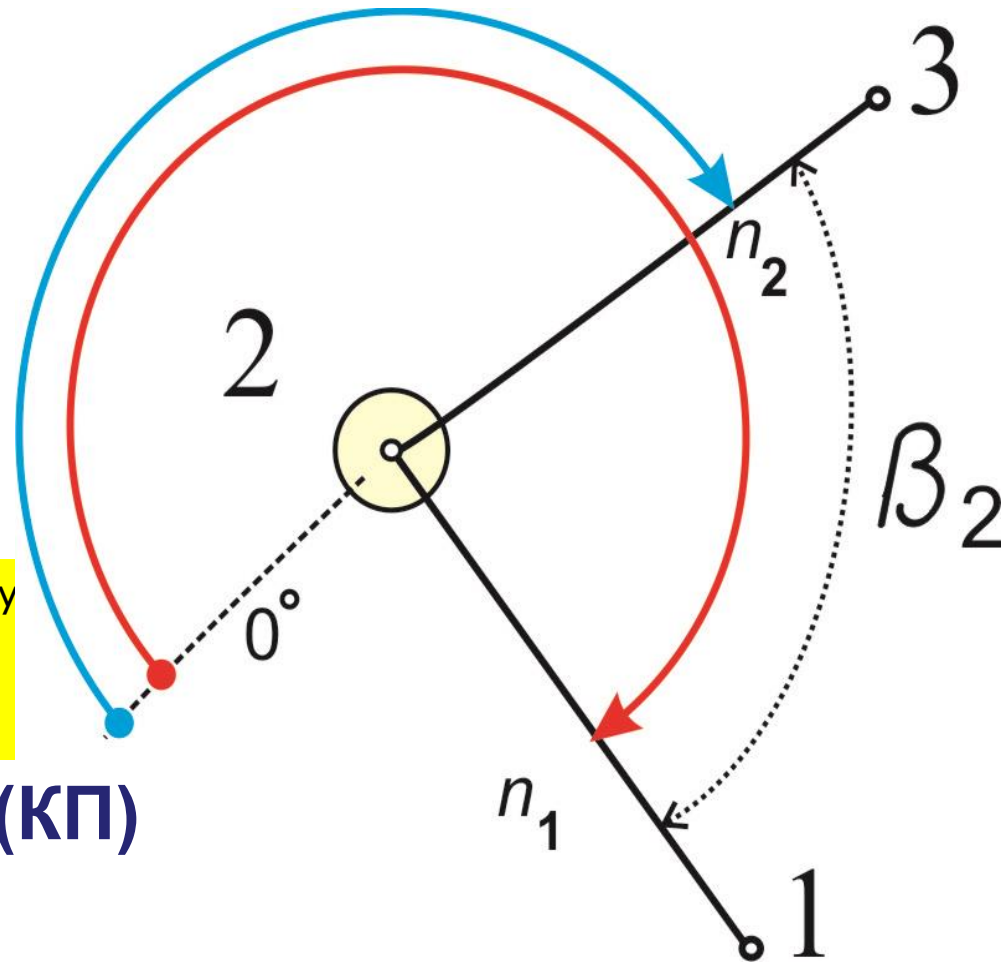
Перед *вторым полуприёмом* открепляют трубу и переводят её через зенит. Затем открепляют алидаду и разворачивают прибор на 180°.



Способ отдельного угла (способ полуприёмов)

I. Первый полуприём (КЛ)

1. визируют на вершину *заднего* угла берут отсчёт по лимбу горизонтального круга n_1 ;
2. визируют на вершину *переднего* угла, берут отсчёт n_2 ;
3. вычисляют значение угла при круге лево $\beta_{кл} = n_1 - n_2$



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

II. Второй полуприём (КП)

повторяют первые 3 пункта

$$C \leq 2t$$



$$\beta_{cp} = \frac{\beta_{кл} + \beta_{кп}}{2}$$

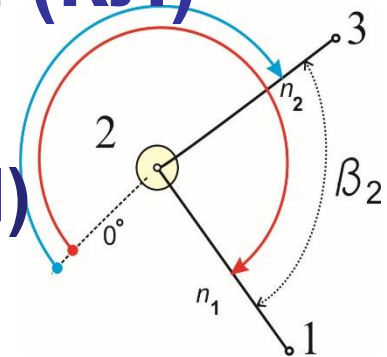
Способ отдельного угла (способ полуприёмов)

I. Первый полуприём (КЛ)

$$\beta_{кл} = n_1 - n_2$$

II. Второй полуприём (КП)

$$\beta_{кп} = n_1 - n_2$$



Если

$$C \leq 2t$$



$$\beta_{ср} = \frac{\beta_{кл} + \beta_{кп}}{2}$$

Расхождение
в значениях
угла

Точность
прибора

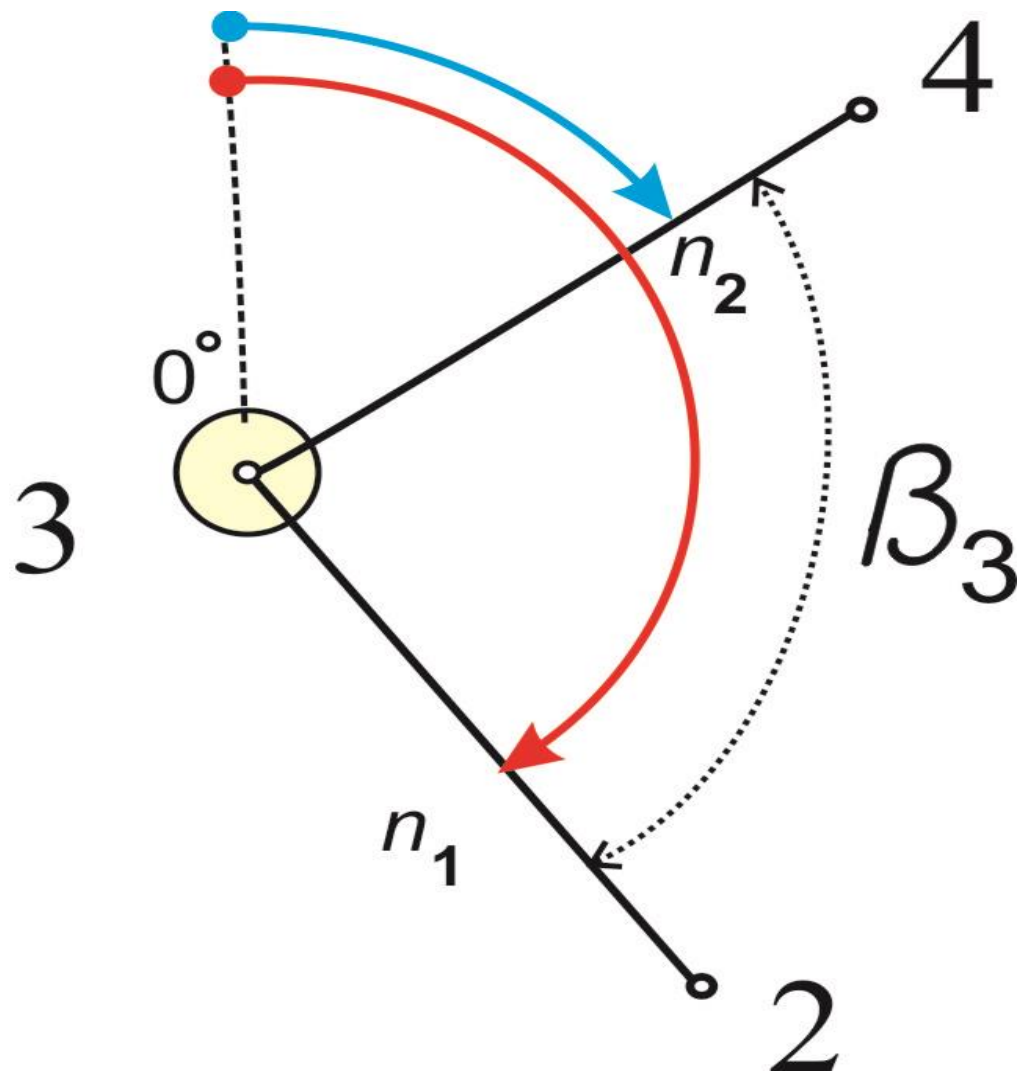
- Если отсчет на предыдущую станцию окажется меньше отсчета на следующую станцию (ноль лимба закреплён внутри угла), то к нему прибавляют 360° .

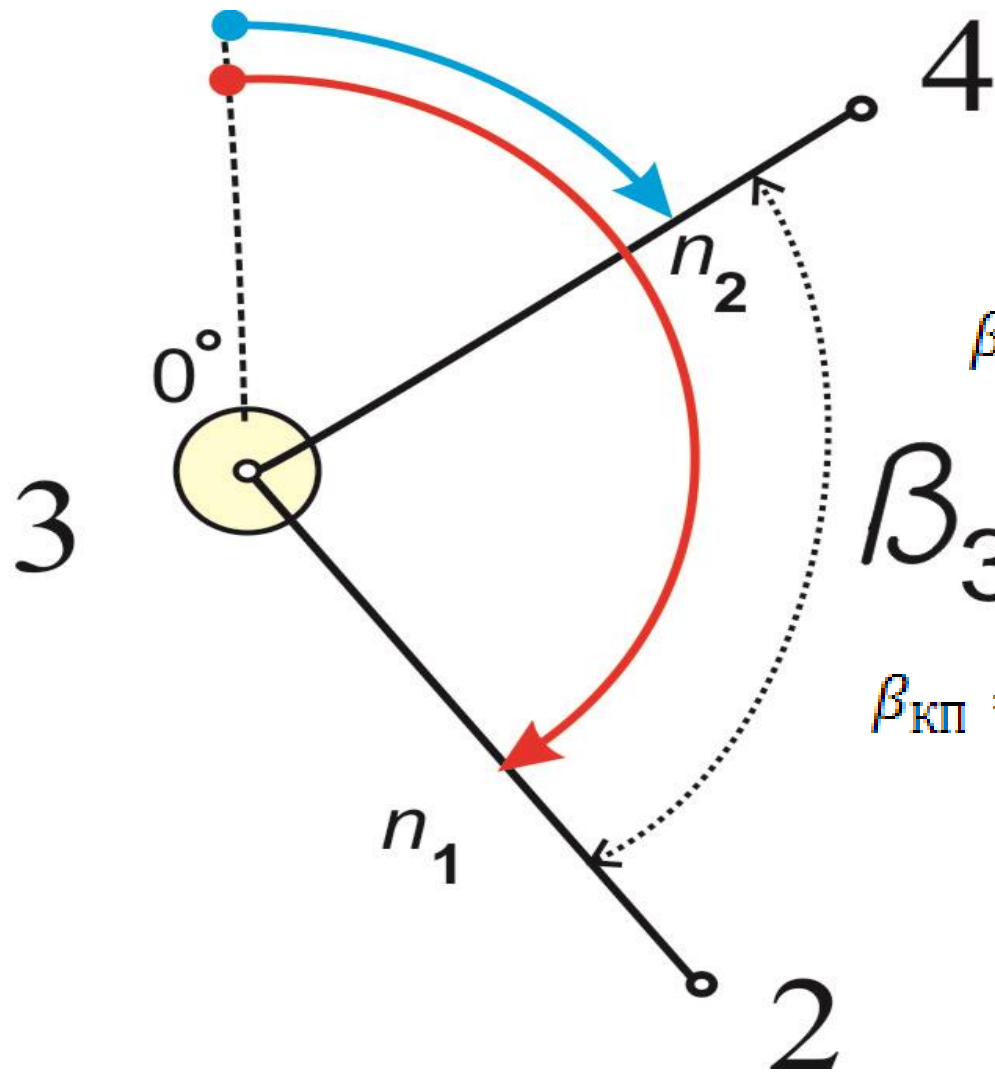
**Вычислите правый по ходу горизонтальный угол,
измеренный теодолитом 2Т30**

- **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.**

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.





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

β_3

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

**В режиме HR
поворачивая по
часовой стрелке**

**Фильм
Подготовка к
работе**

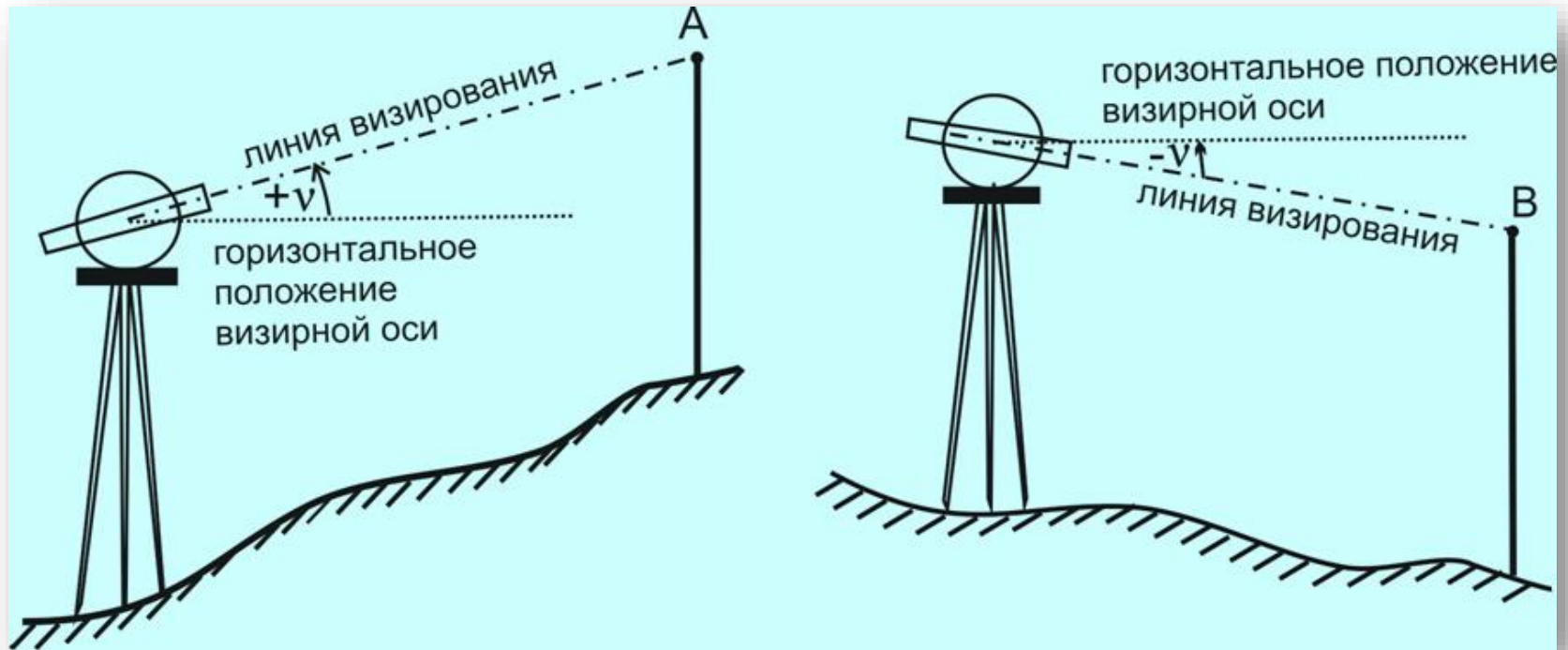


2. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА [ССЫЛКА](#)

○ 3. Измерение вертикальных углов



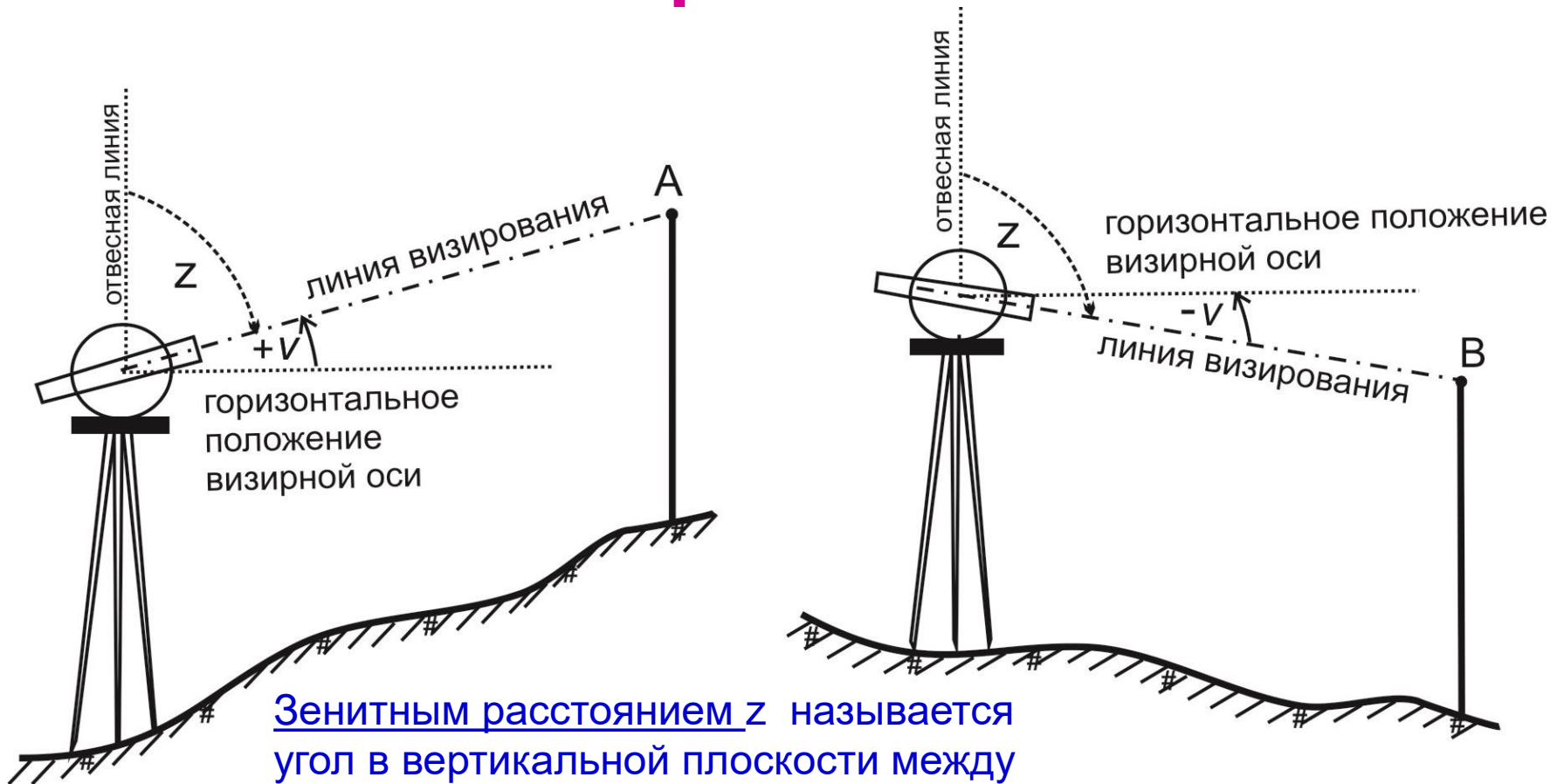
Угол наклона- угол в вертикальной плоскости между направлением на предмет и направлением, соответствующим горизонтальному положению визирной оси



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

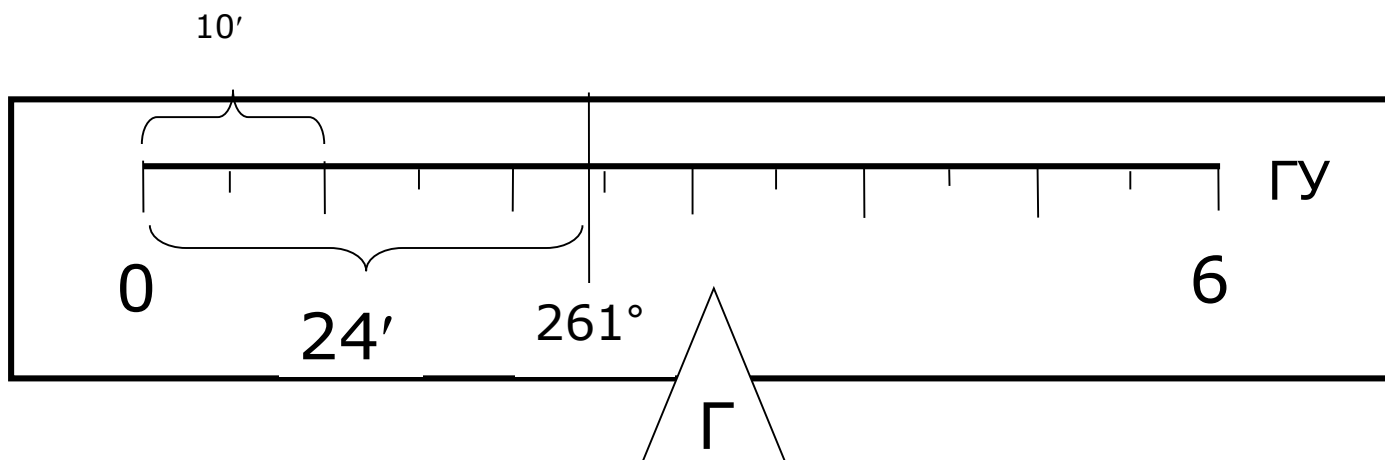
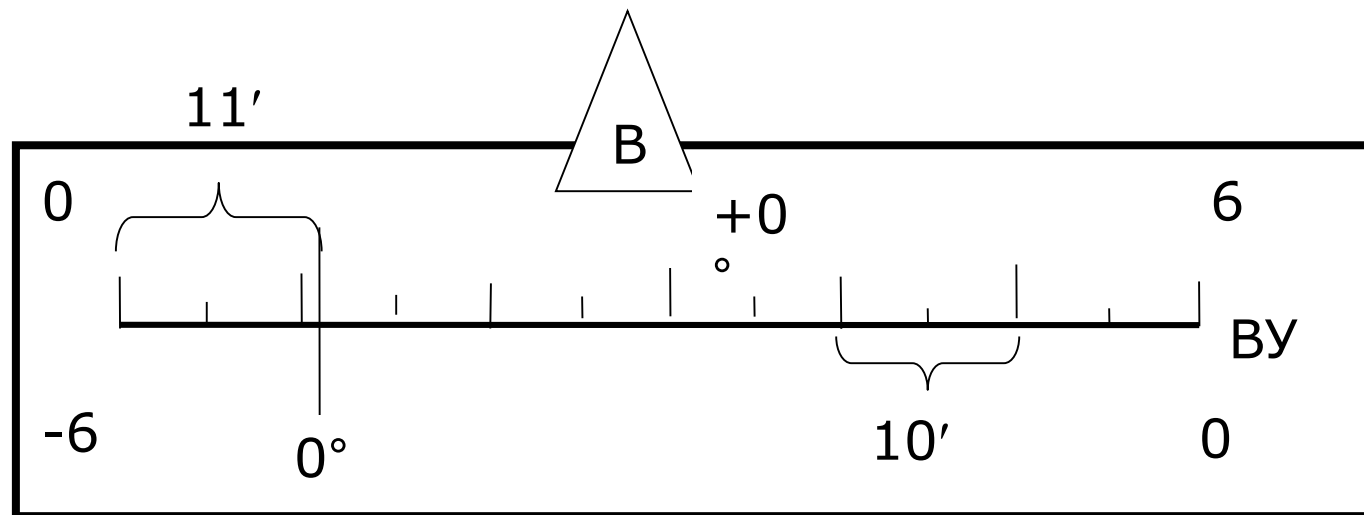
- При измерении углов наклона перекрестие сетки нитей наводят на визирные знаки, в качестве которых используют рейки с отмеченными точками визирования.

Зенитное расстояние Z



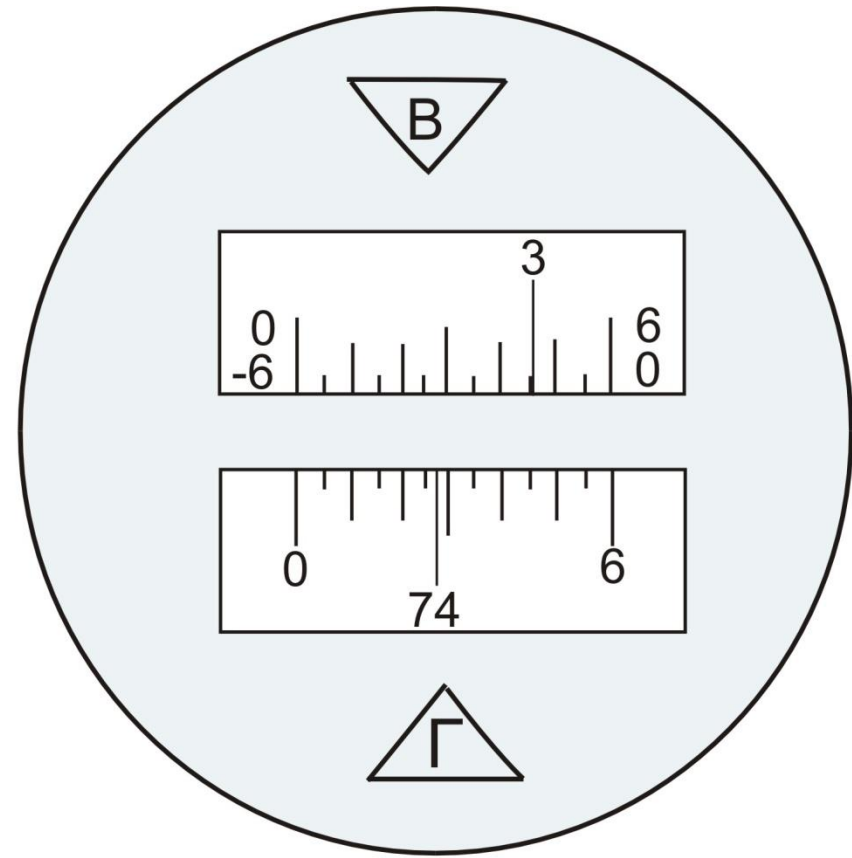
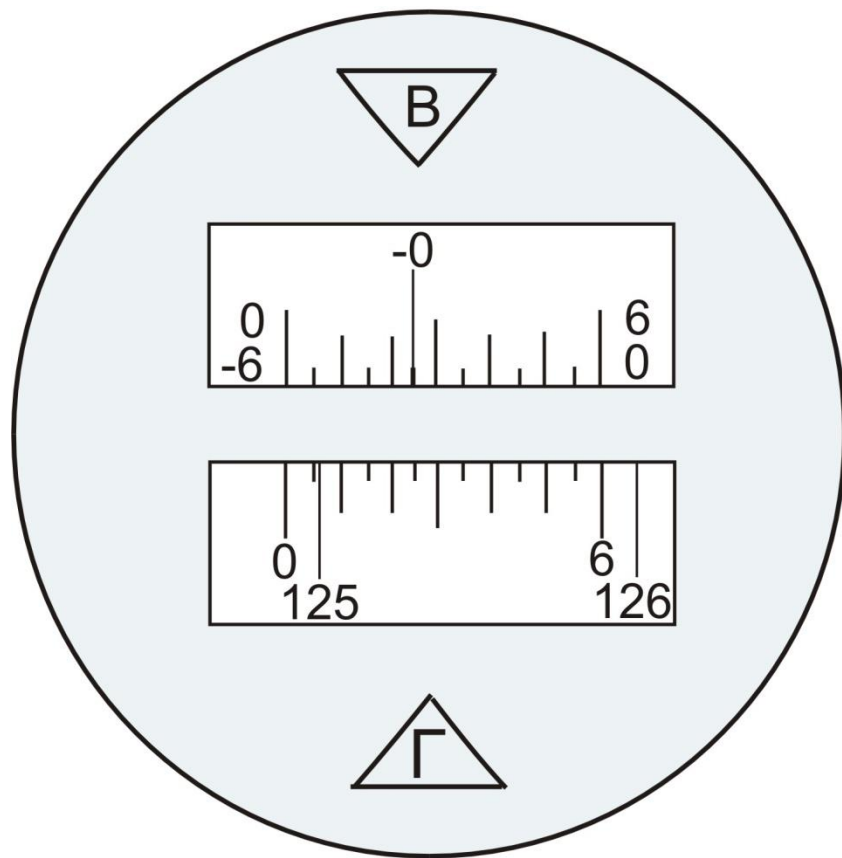
Зенитным расстоянием Z называется угол в вертикальной плоскости между отвесной линией и визирным лучом, направленным на наблюдаемую точку. Зенитное расстояние дополняет угол наклона до 90° .

Отсчётный микроскоп теодолита 2Т30

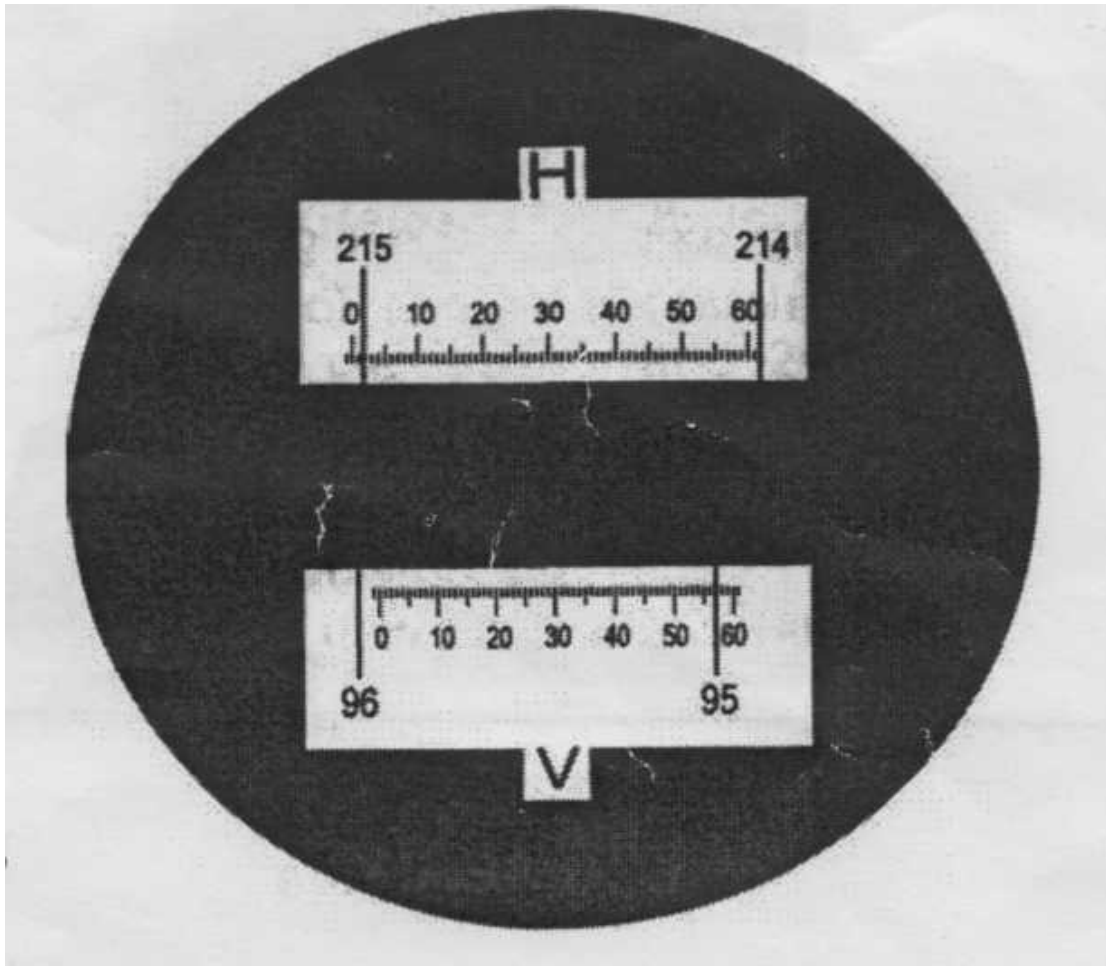


- считывают количество градусов отсчётного штриха ;
- считывают минуты – если вверху стоит «минус число» – по отрицательной шкале от нуля до отсчётного штриха, если вверху стоит «+число» – по положительной шкале от нуля до отсчётного штриха (по рисунку – «+11'»).

Вид в микроскоп 2Т30



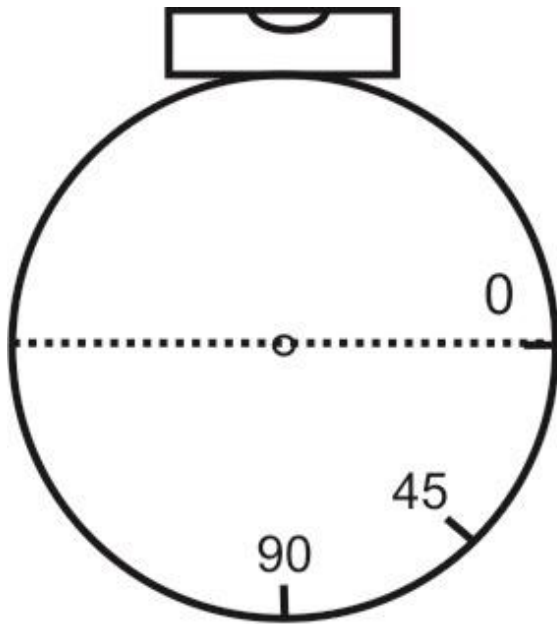
OT-05



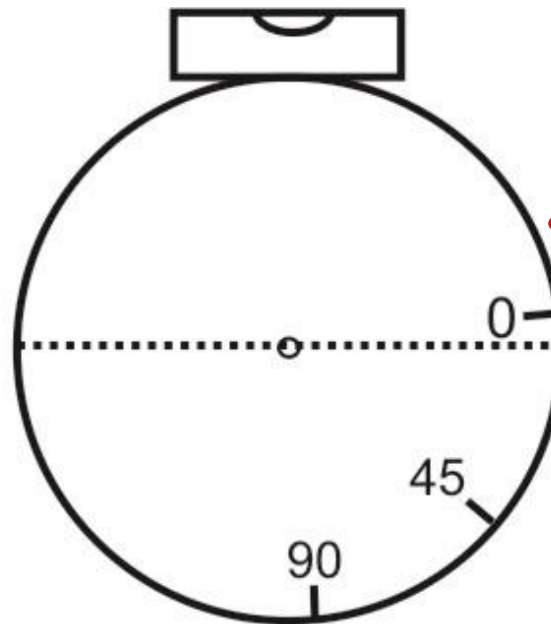
Теодолит ГЕОВОХ ТЕ-20



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**

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.

Взятие отсчёта по отсчётному микроскопу при измерении вертикального угла (2Т30)

- 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'»).

2Т30, Т15К, 2Т30П

(секторная оцифровка лимба)

$$M0 = \frac{KЛ + KП}{2}$$

$$v = KЛ - M0$$

$$v = M0 - KП$$

$$v = \frac{KЛ - KП}{2}$$

Оптический теодолит ГЕОВОХ ОТ-05

$$M3 = \frac{1}{2} [(KЛ + KП) - 360^\circ]$$

$$Z = KЛ - M3.$$


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

Пример

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

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

Ответ на Пример

An empty rectangular box with a thin black border, intended for a response.An empty rectangular box with a thin black border, intended for a response.An empty rectangular box with a thin black border, intended for a response.

(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 GEOBOX TE-20

- Для приведения трубы в режим измерений вертикальных углов необходимо повернуть её так, чтобы она пересекла зенит.
- 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 00⁰00'00''