

Лекция №3.

Измерение горизонтальных и вертикальных углов.

1. Общие сведения о геодезии.

Принцип измерения горизонтальных углов.

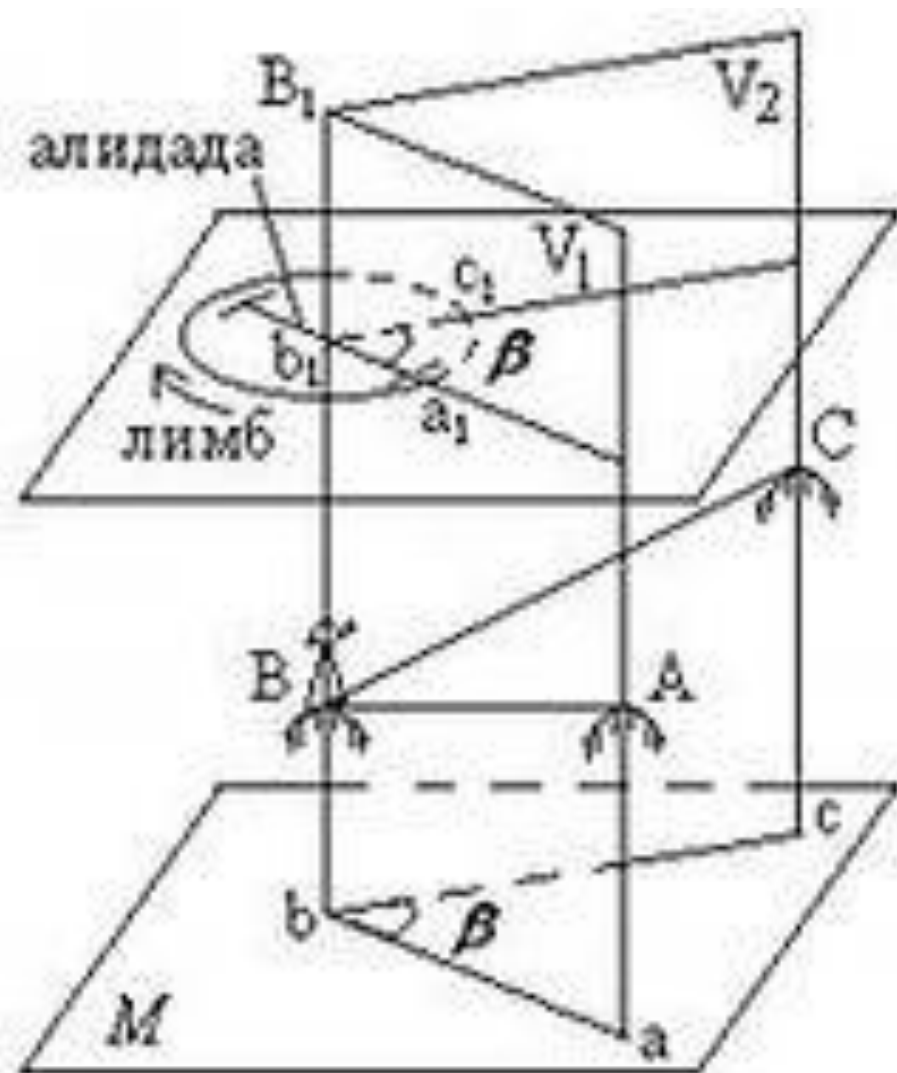
2. Теодолиты: типы теодолитов, основные части, поверки.

3. Способы измерения горизонтальных углов.

4. Ошибки измерения горизонтальных углов.

5. Измерение вертикальных углов.

1. Принцип измерения горизонтальных углов.



Для измерения угла β необходимо поместить круг с делениями (круговой транспортир) с центром, над вершиной угла, тогда проекции направлений BA и BC , пересекут шкалу круга по отсчетам a и c . Разность отсчетов будет равна углу β .

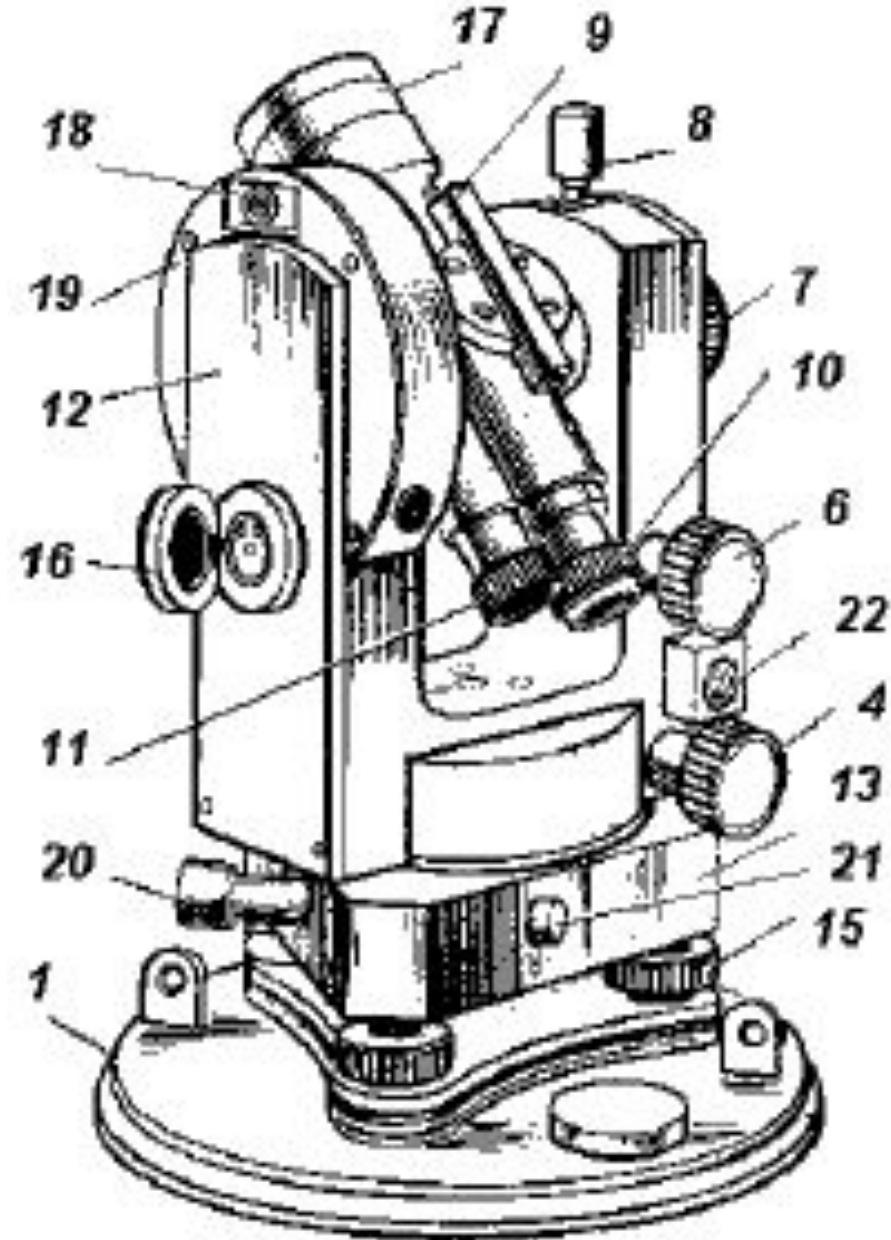
$$\beta = a - c$$

2. Теодолиты: типы теодолитов, основные части, поверки.

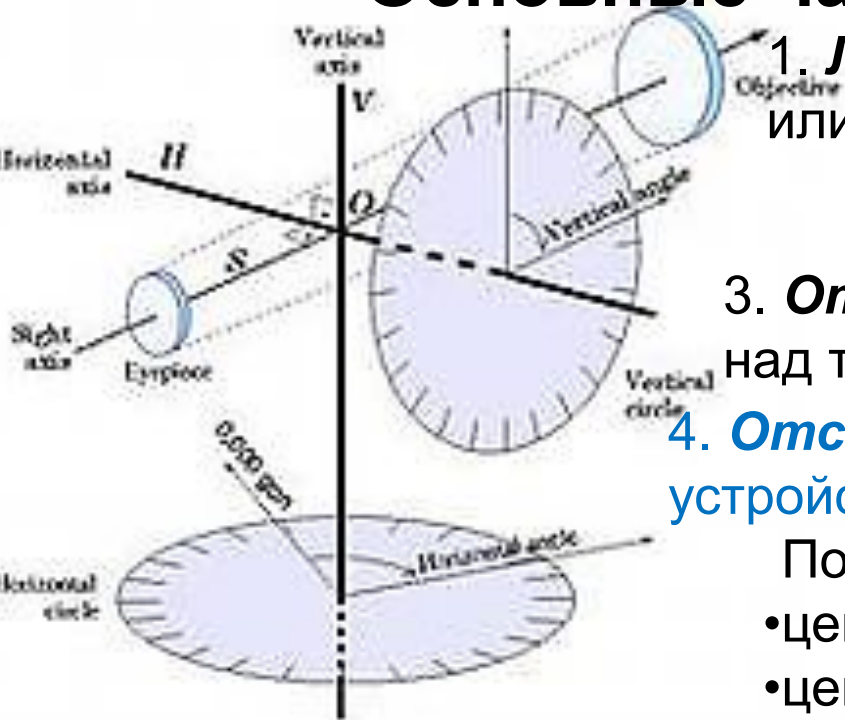
По ГОСТу 10529-96 в России изготавливаются теодолиты следующих типов:

высокоточные - Т-05, Т-1;
точные - Т-2, Т-5;
технические - Т-15, Т-30.

4Т5КП: 4 – номер серии; Т – теодолит, а 1-30 – СКО измерения горизонтального угла в секундах одним полным приемом в лабораторных условиях; "П" – прямое изображение, "К" – наличие компенсатора углов наклона при вертикальном круге.



Основные части теодолита



1. **Лимбы** - круги с делениями из металла или стекла

2. **Уровни теодолитов** бывают цилиндрическими и круглыми ($\pi/1$)

3. **Отвесы** - детали для центрирования лимба над точкой, в которой измеряется угол.

4. **Отсчетные приспособления** (микроскопы) - устройства для уточнения отсчета по лимбу.

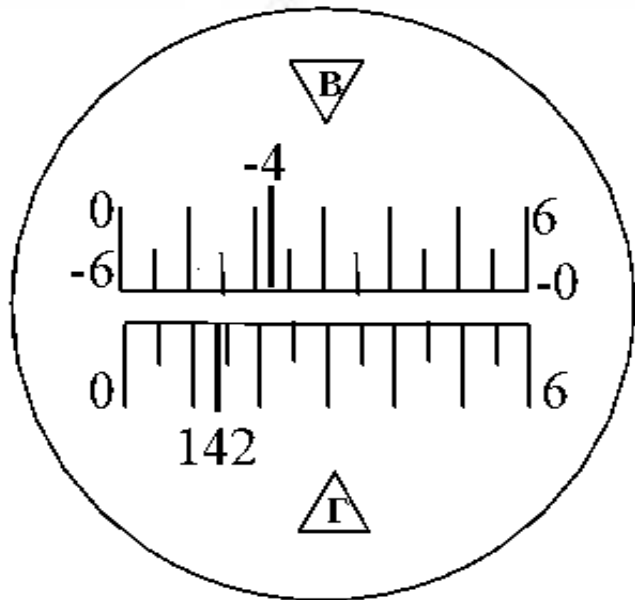
Поле зрения микроскопа теодолита 4Т30П:

- цена деления лимба $T_{\text{л}} = 1^\circ$,
- цена деления шкалы $T_{\text{ш}} = 5'$,
- точностью отсчитывания $t = 0,1 \cdot T_{\text{ш}} = \pm 0,5'$

5. **Зрительные трубы** (прямое и обратное изображение). Основная характеристика - увеличение V^x , знак "x" читается "крат".

6. **Алидада**: это кожух лимба, уровни, стойки зрительной трубы, зрительная труба.

7. Для фиксированного и точного перемещения лимба, алидады и зрительной трубы имеются **закрепительные и наводящие винты**.



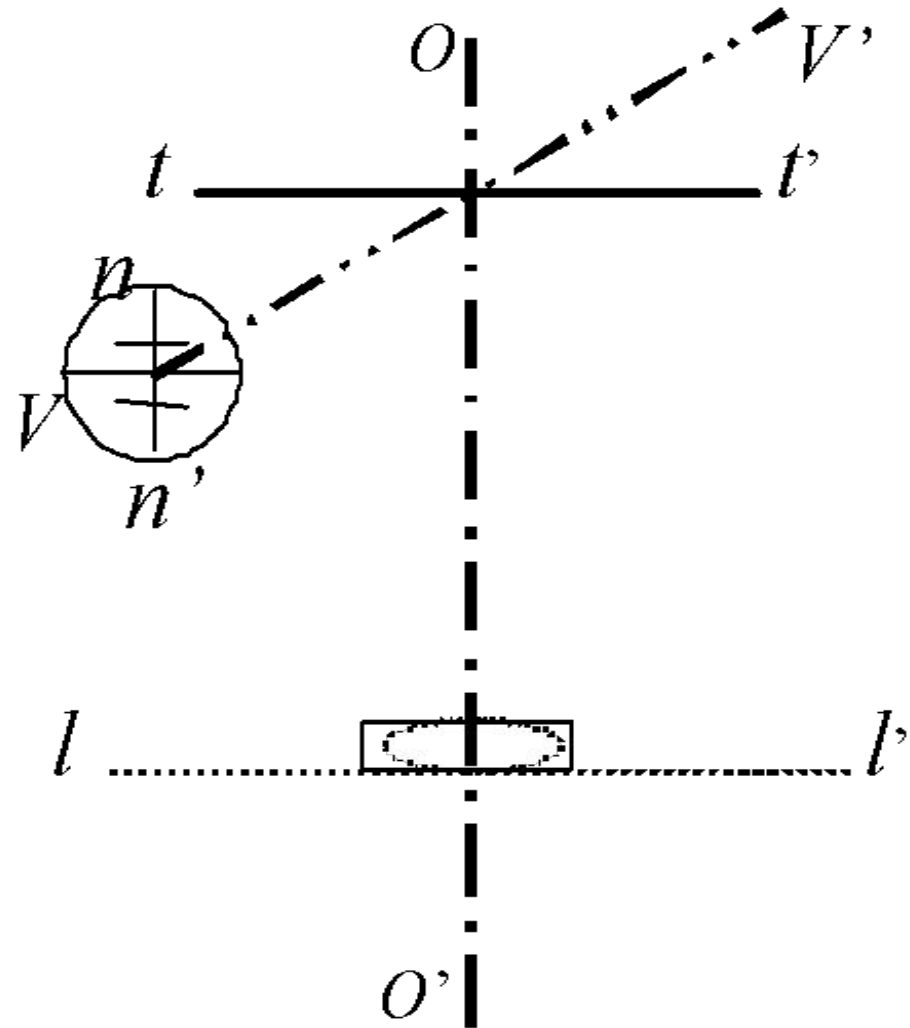
Поверка теодолита - операция по проверке соответствия прибора некоторому условию.

Поверки разделяют на приемочные - проверяют наличие и механическую исправность частей прибора и полевые - проверяют правильность геометрического соотношения всех осей прибора.

Приемочные поверки производятся при получении прибора, после длительного хранения, перевозки и т.д.

Полевые поверки производятся ежедневно перед началом работы, а иногда во время работы.

Схема теодолита в осях



Каждая полевая поверка делится на три этапа: формулирование поверяемого условия, производство поверочных действий, производство исправительных (юстировочных) действий, если они необходимы.

Полевые поверки: 1-я полевая поверка (поверка цилиндрического уровня при алидаде): **Поверяемое условие** : *ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита ($II' \perp OO'$)*.

2-я полевая поверка. (поверка сетки нитей). **Поверяемое условие**: *вертикальная нить сетки нитей должна лежать в одной плоскости с осью вращения теодолита.*

3-я полевая поверка (поверка коллимационной ошибки). **Поверяемое условие** - *визирная линия зрительной трубы должна быть перпендикулярна горизонтальной оси вращения зрительной трубы ($VV' \perp tt'$)* .

4-я полевая поверка (поверка горизонтальной оси вращения зрительной трубы). **Поверяемое условие**: *горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита ($tt' \perp OO'$)*.

3. Способы измерения горизонтальных углов.

1-й способ - полные приемы . Измерить угол одним полным приемом это значит измерить его двумя **полуприемами** (при разных положениях вертикального круга КЛ и КП).

Один полуприем - измерение угла по разности двух отсчетов по горизонтальному кругу *при неподвижном лимбе*. Измеряем горизонтальные углы справа по ходу лежащие.

$$\beta_{\text{прав}} = Z - П, \quad \text{Если } Z < П, \text{ то } \beta_{\text{прав.}} = (Z + 360^\circ) - П.$$

Проводим два полуприемами: КЛ от Z к П , КП от П к Z (для исключения увлечения лимба).

Контроль: $\beta^{кл} - \beta^{кп}$ д.б. $\leq \pm 2t$, где t - точность отсчитывания по микроскопу. Если условие соблюдается, то вычисляется средний угол:

$$\beta = \frac{\beta^{кл} + \beta^{кп}}{2}$$

При этом СКО определения угла из полуприема: $m_{\beta}^{\text{полуприём}} = m_{\text{напр}} \cdot \sqrt{2}$

СКО угла из одного приёма: $m_{\beta}^{\text{приём}} = \frac{m_{\beta}^{\text{полуприём}}}{\sqrt{2}} = m_{\text{напр}}$

2-й способ - круговые приемы

3-й способ - способ повторений

4. Ошибки измерения горизонтальных углов.

Грубые ошибки (промахи): просчет целого деления отсчетной шкалы, неверный отсчет по шкале(6-8-9-0) и т.д. Эти ошибки недопустимы и исключаются повторными измерениями на других делениях лимба.

Систематические ошибки исключаются правильной методикой измерений. Влияние **коллимационной ошибки** исключается ведением измерений при двух положениях круга.

Влияние **ошибок делений лимба** уменьшается проведением измерений на разных частях лимба.

Систематическая **ошибка увлечения лимба** алидадой исключается вращением алидады при разных полуприемах в разные стороны.

Случайные ошибки :

Ошибка центрировки и редукции $m_{\ell+r}$.

Ошибка отсчитывания m_0 .

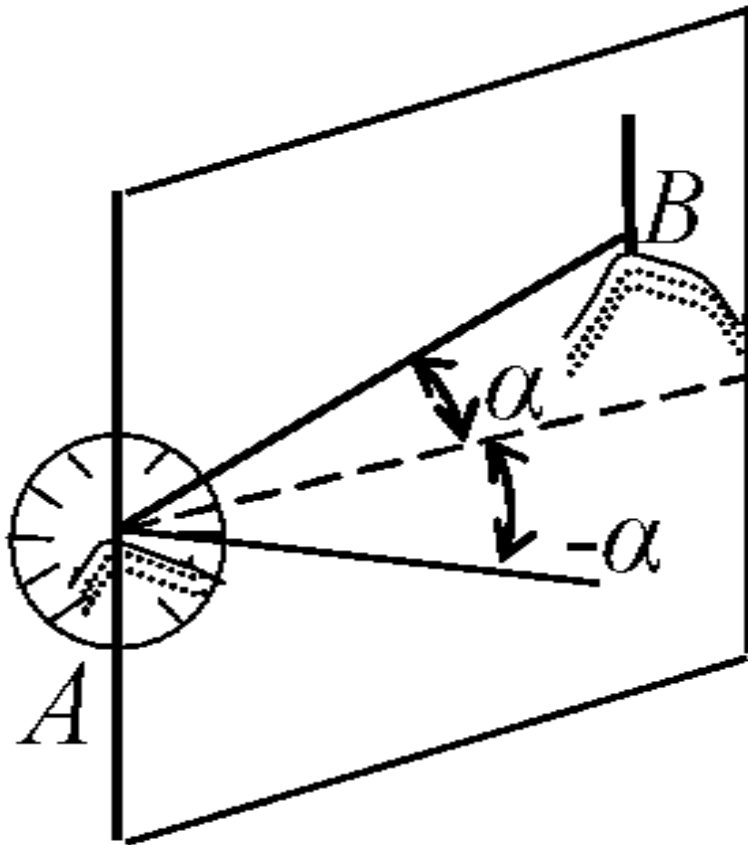
Ошибка визирования m_v .

Ошибка влияния внешней среды $m_{\text{среды}}$.

Случайная СКО определения одного направления $m_{\text{напр}}$

$$m_{\text{напр}} = \pm \sqrt{m_{\ell+r}^2 + m_0^2 + m_v^2 + m_{\text{среды}}^2}$$

5. Измерение вертикальных углов.



Вертикальный угол (угол наклона визирной линии) - это угол в вертикальной плоскости между визирной линией и ее горизонтальным проложением, обозначается α или ν .

Угол вверх от горизонта - положительный, угол вниз от горизонта - отрицательный.

У теодолита 2Т30П отсчетный микроскоп вертикального круга снабжен шкалой с двойной оцифровкой:

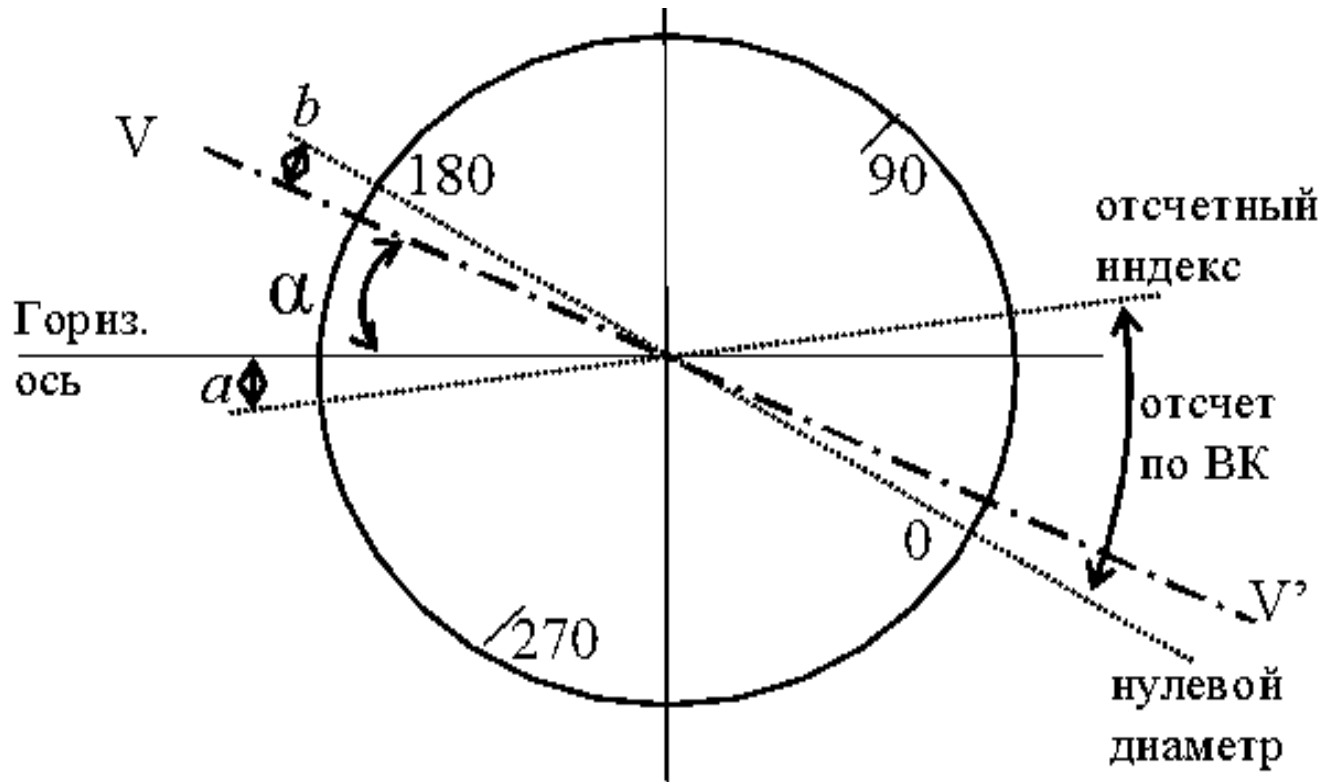
для положительных углов минуты считаем слева-направо, а для отрицательных - справа-налево.

Схема устройства вертикального круга

a - ошибка установки отсчетного штриха,
 b - ошибка установки нулевого диаметра лимба

$$a+b=MO$$

Алгебраическая сумма ошибок дает место нуля.



МО - систематическая ошибка в отсчете при определении углов наклона.

МО - место нуля вертикального круга - отсчет на вертикальном круге при горизонтальном положении визирной линии зрительной трубы и пузырьке уровня вертикального круга находящемся в нульпункте.

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}$$

У теодолита 2Т30П формулы для вычисления углов наклона по отсчетам на вертикальном круге следующие:

$$\alpha = КЛ - МО, \quad \alpha = МО - КП$$

$$\alpha = \frac{КЛ - КП}{2}$$