Лекция №3.

Измерение горизонтальных и вертикальных углов.

1.Общие сведения о геодезии. Принцип измерения горизонтальных углов.

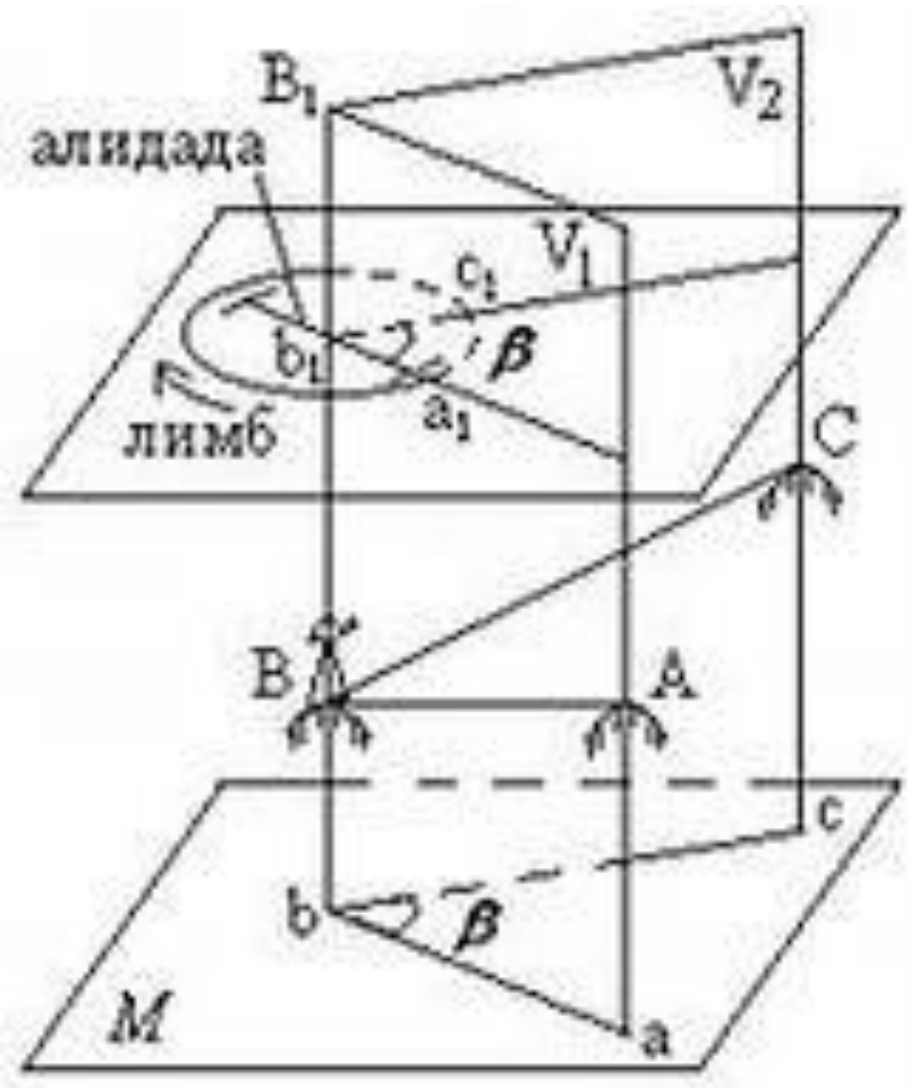
2.Теодолиты: типы теодолитов, основные части, поверки.

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 ВА *и ВС,* пересекут шкалу круга по отсчетам *а и с. Разность отсчетов будет равна* углу β.

$$\beta = a - c$$

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

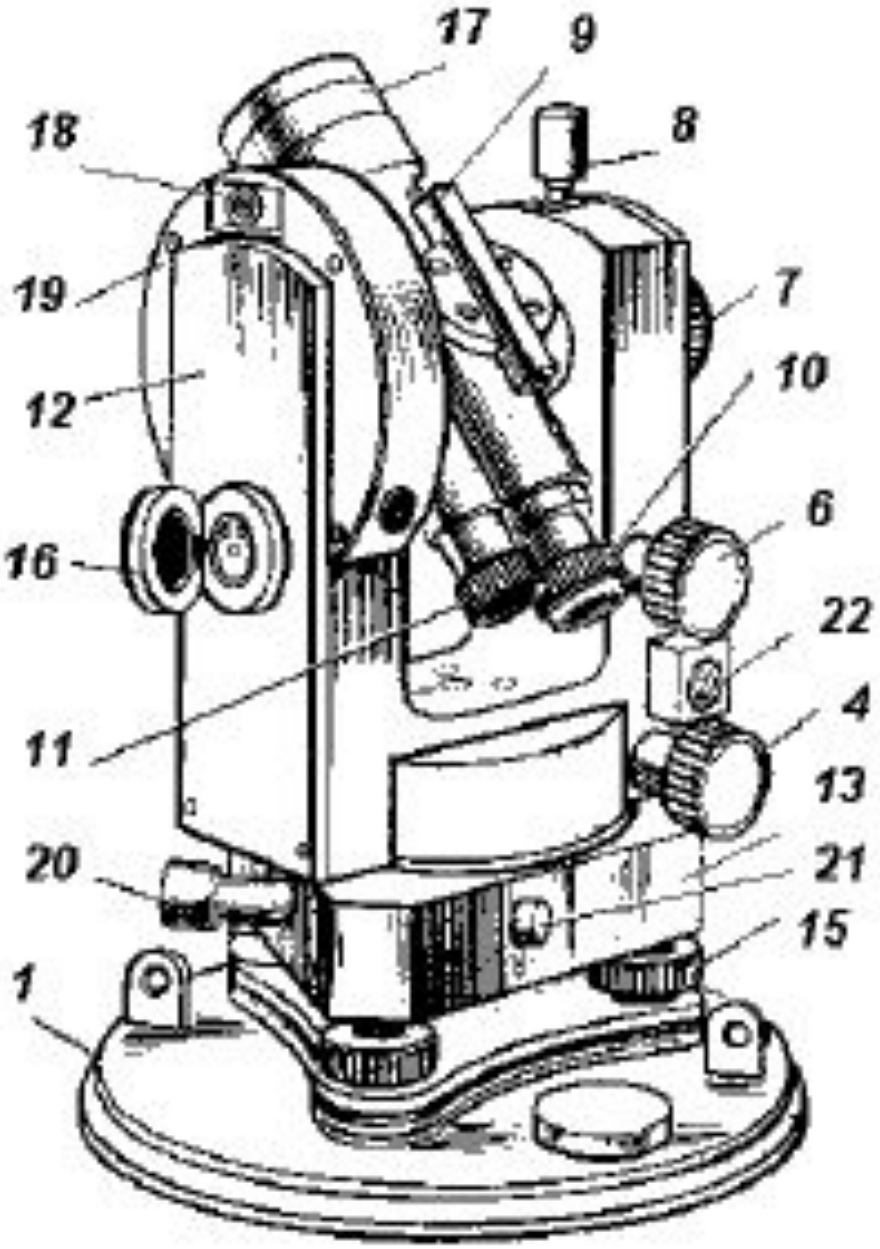
По ГОСТу 10529-96 в России изготавливаются теодолиты следующих типов:

высокоточные - Т- 05, Т-1;

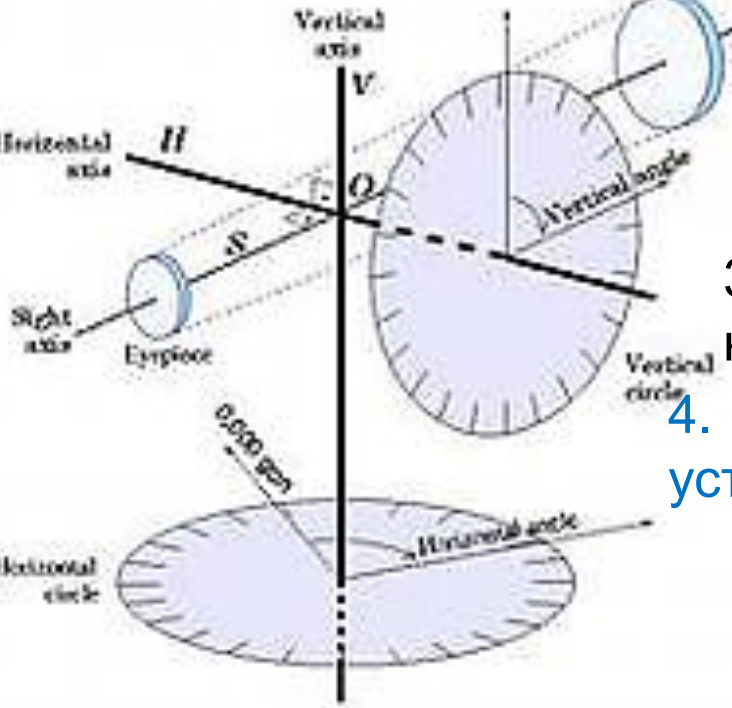
точные -Т-2, Т-5 ;

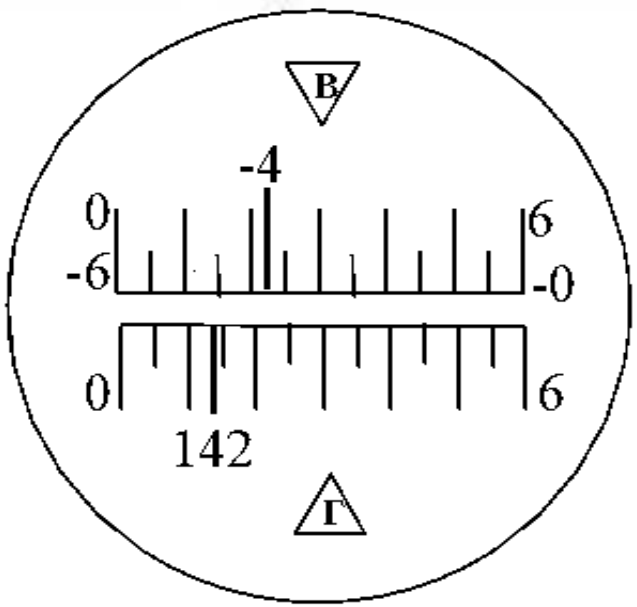
технические - Т-15, Т-30.

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 (*т/ 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 $T_л$ =1°,
- цена деления шкалы $T_ш$ =5‘,
- точностью отсчитывания t=0,1·$T_ш$=±0,5‘

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

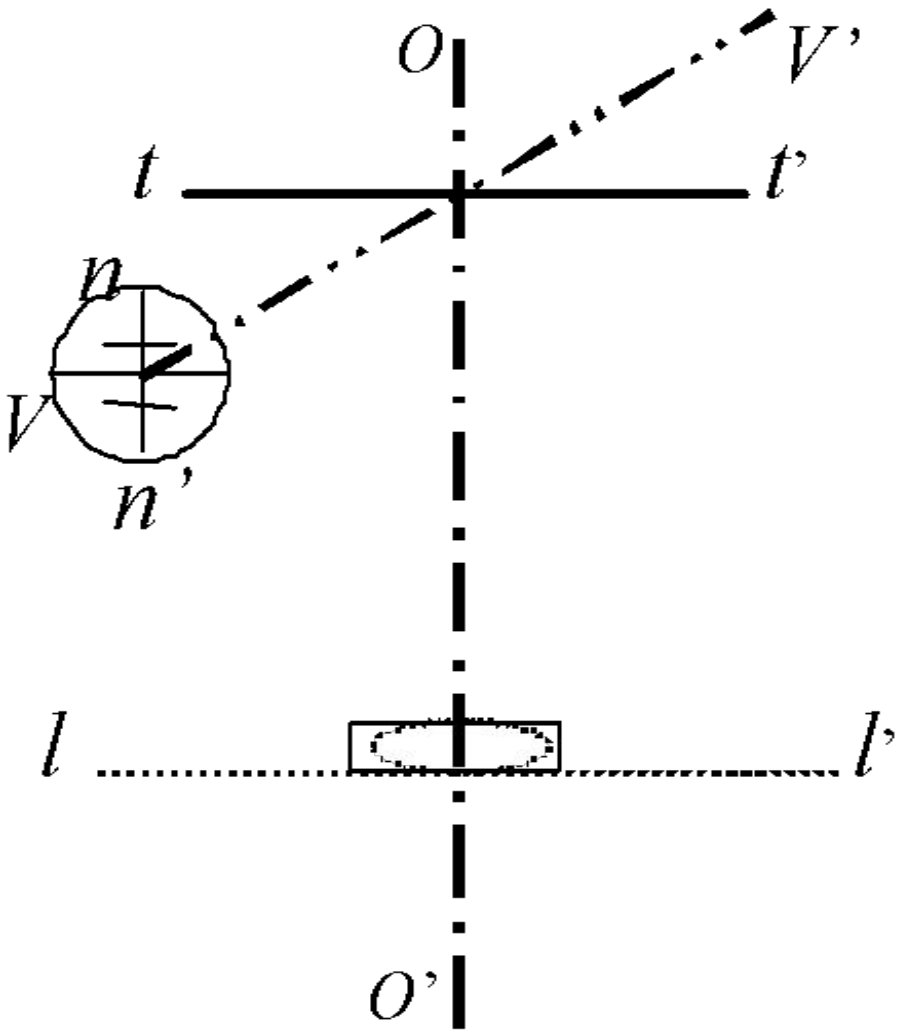
Поверки разделяют на приемочные – проверяют наличие и механическую исправность частей прибора

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 (ll′ ⊥ 00′)*.

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′ ⊥ 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′ ⊥ 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.

$$\beta_{прав}=З-П, \qquad \text{Если } З<П, \text{ то } \beta_{прав.}=(З+360°)-П.$$

Проводим два полуприемами: **КЛ от З к П , КП от П к З** (для исключения увлекания лимба).

Контроль: $\beta^{кл} - \beta^{кп}$ **д.б.≤±2*t***, 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: $m_\beta^{полуприём} = m_{напр} \cdot \sqrt{2}$

СКО угла из одного приёма: $m_\beta^{ппрпри} = \frac{m_\beta^{1полуприем}}{\sqrt{2}} = m_{напр}$

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 увлекания лимба*** алидадой исключается вращением алидады при разных полуприемах в разные стороны.

Случайные ошибки :

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

Ошибка отсчитывания m_0.

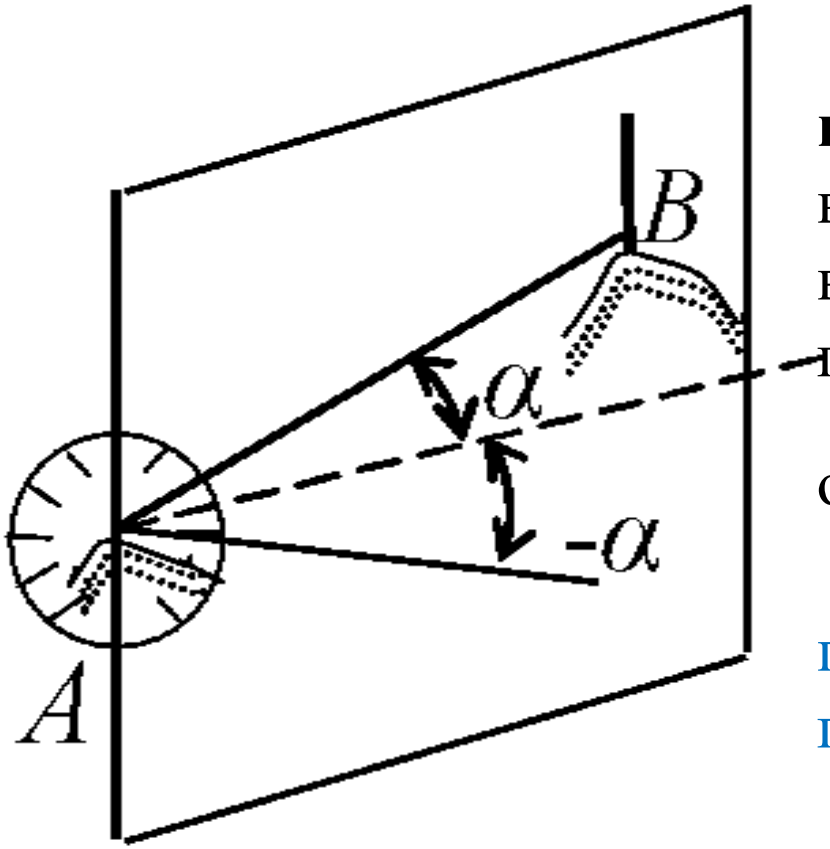
Ошибка визирования m_v .

Ошибка влияния внешней среды mсреды.

Случайная СКО определения одного направления $m_{напр}$

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

5. Измерение вертикальных углов.



Вертикальный угол (угол наклона визирной линии) - это угол в вертикальной плогскости 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.

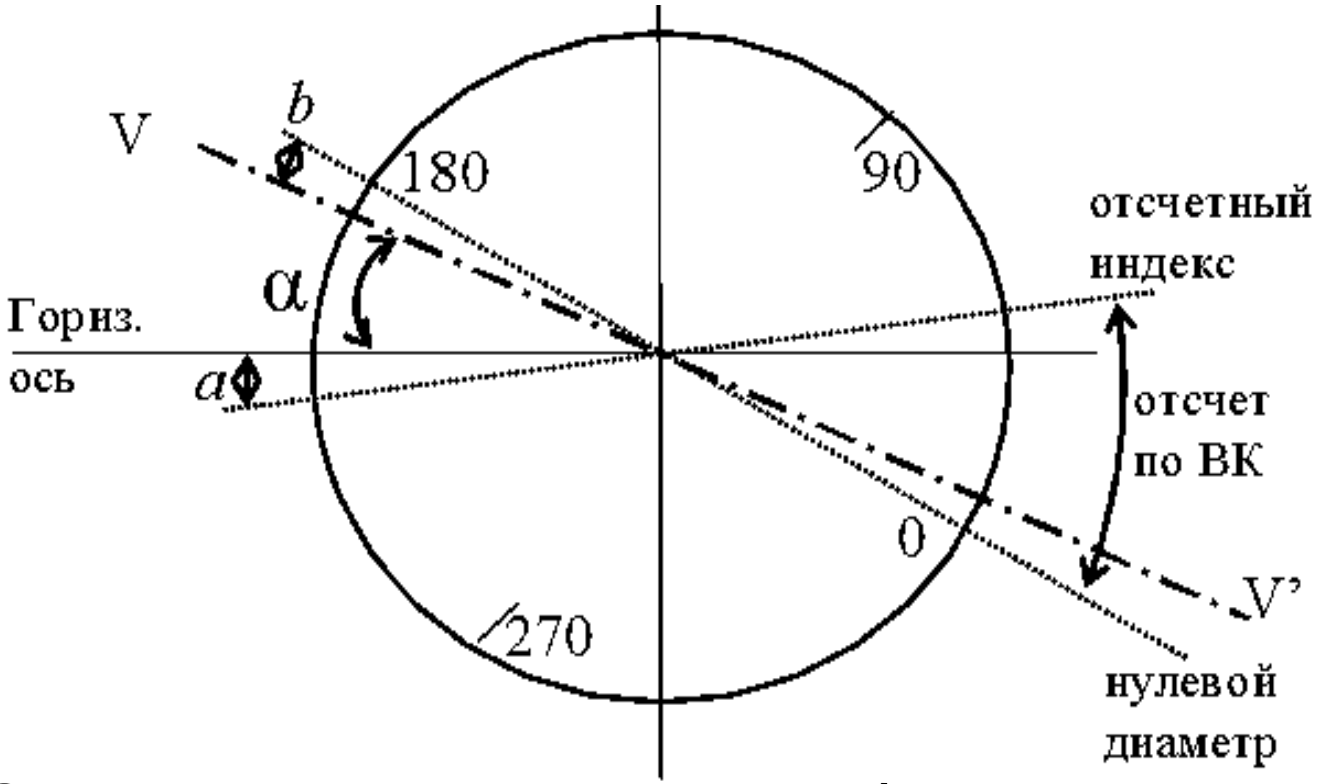
Схема устройства вертикального круга

а - ошибка установки отсчетного штриха,

в - ошибка установки нулевого диаметра лимба

а+в=МО

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:

$$\alpha = КЛ\text{-}МО, \quad \alpha = МО\text{-}КП$$

$$\alpha = \frac{КЛ - КП}{2}$$