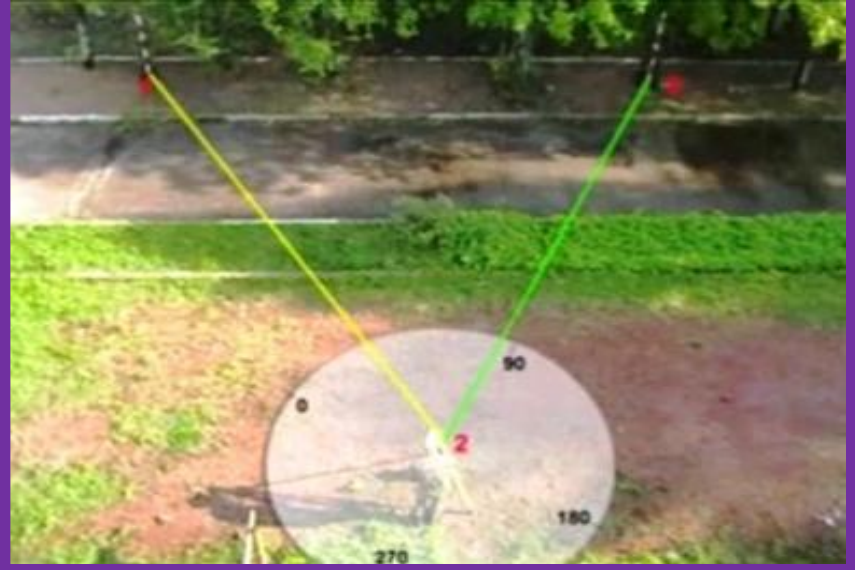


УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ УГЛОВ

Работа № 7

УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ УГЛОВ

Цель работы: изучить устройство и поверки теодолита; измерить горизонтальный и вертикальный углы.

Порядок действий:

1. Зарисовать теодолит, обозначить его основные части.
2. Привести схему расположения основных осей теодолита с указанием геометрических условий в расположении осей.
3. Выполнить поверку цилиндрического уровня.
4. Зарисовать поле зрения микроскопа, записать отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругу.
5. Определить коллимационную ошибку.
6. Измерить горизонтальный угол одним приемом.
7. Определить место нуля.
8. Измерить вертикальный угол.

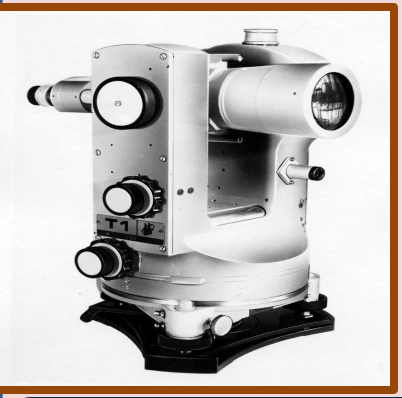
Контрольные вопросы

1. Что измеряют теодолитом?
2. Как теодолиты делятся по точности?
3. Как выполняются поверки теодолита?
4. Что такое горизонтальный угол?
5. Что такое вертикальный угол?
6. Что такое коллимационная ошибка?
7. Что такое место нуля?
8. Как измерить горизонтальный угол?
9. Как измерить вертикальный угол?

Измерение и построение углов на местности является важнейшей составляющей всего топографо-геодезического производства, в том числе съемки участков под проектирование и строительство, разбивочных работ на стройплощадке, кадастровых съемок, а также обмеров памятников архитектуры. Угломерные работы выполняются с помощью **теодолита.**

Основное предназначение теодолита – это измерение горизонтальных и вертикальных углов. Кроме того, с помощью данного прибора можно определять **расстояния** и **магнитные азимуты**. Если теодолит имеет уровень на зрительной трубе, возможно выполнение **геометрического нивелирования**.

В зависимости от величины средней квадратической ошибки измерения угла одним приемом (**mβ**) теодолиты по точности делятся на четыре группы:

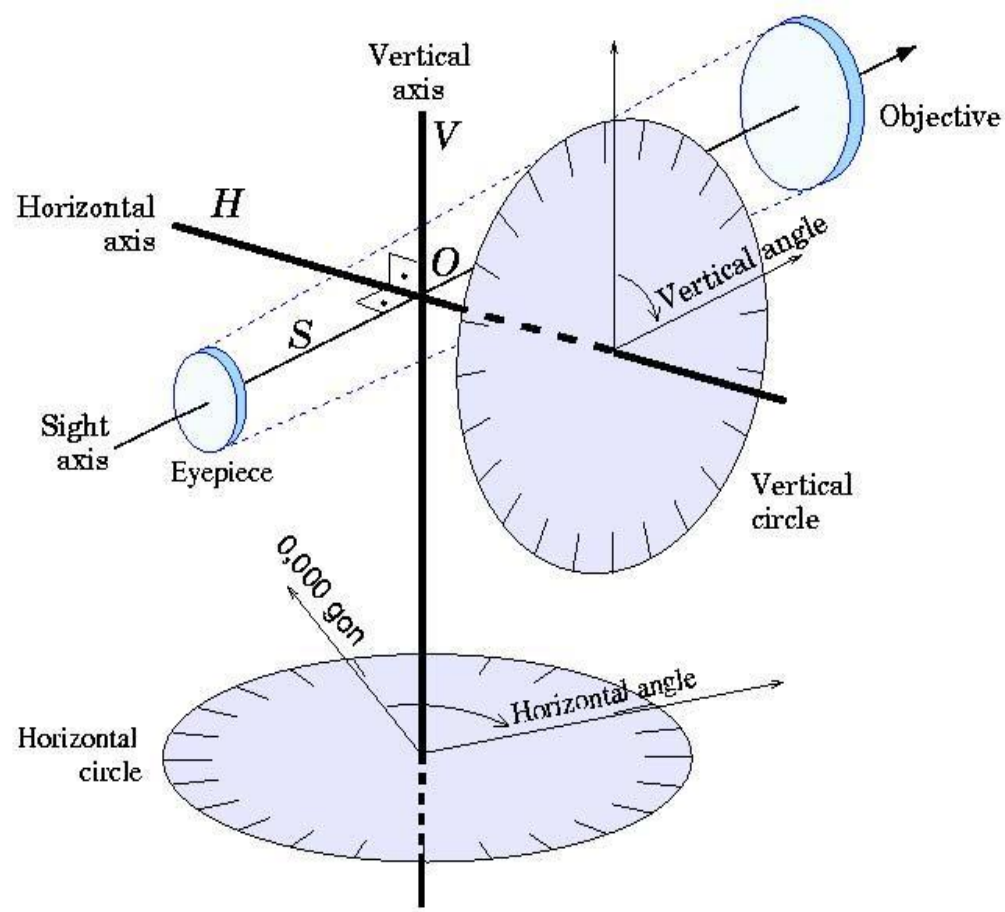


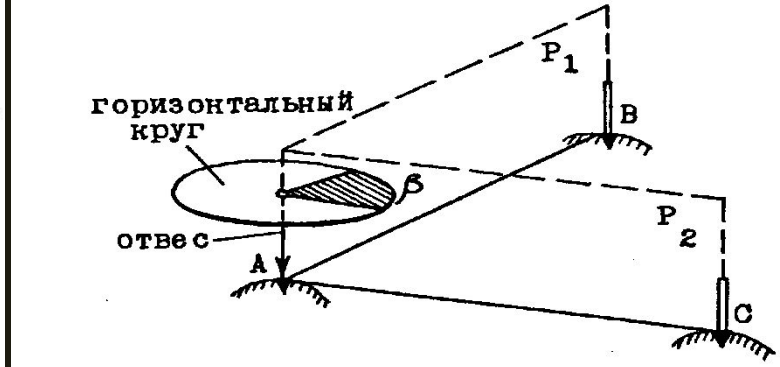
ВЫСОКОТОЧНЫЕ
$m_\beta \leq 1''$
(T1)

ТОЧНЫЕ
$1'' < m_\beta < 3''$
(T2)

СРЕДНЕЙ ТОЧНОСТИ
$3'' < m_\beta < 10''$
(T5)

ТЕХНИЧЕСКИЕ
$m_\beta > 10''$
(T30)

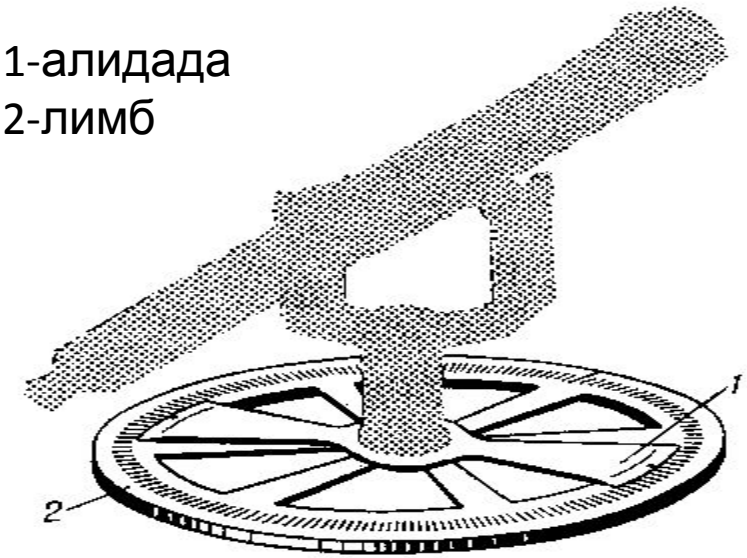




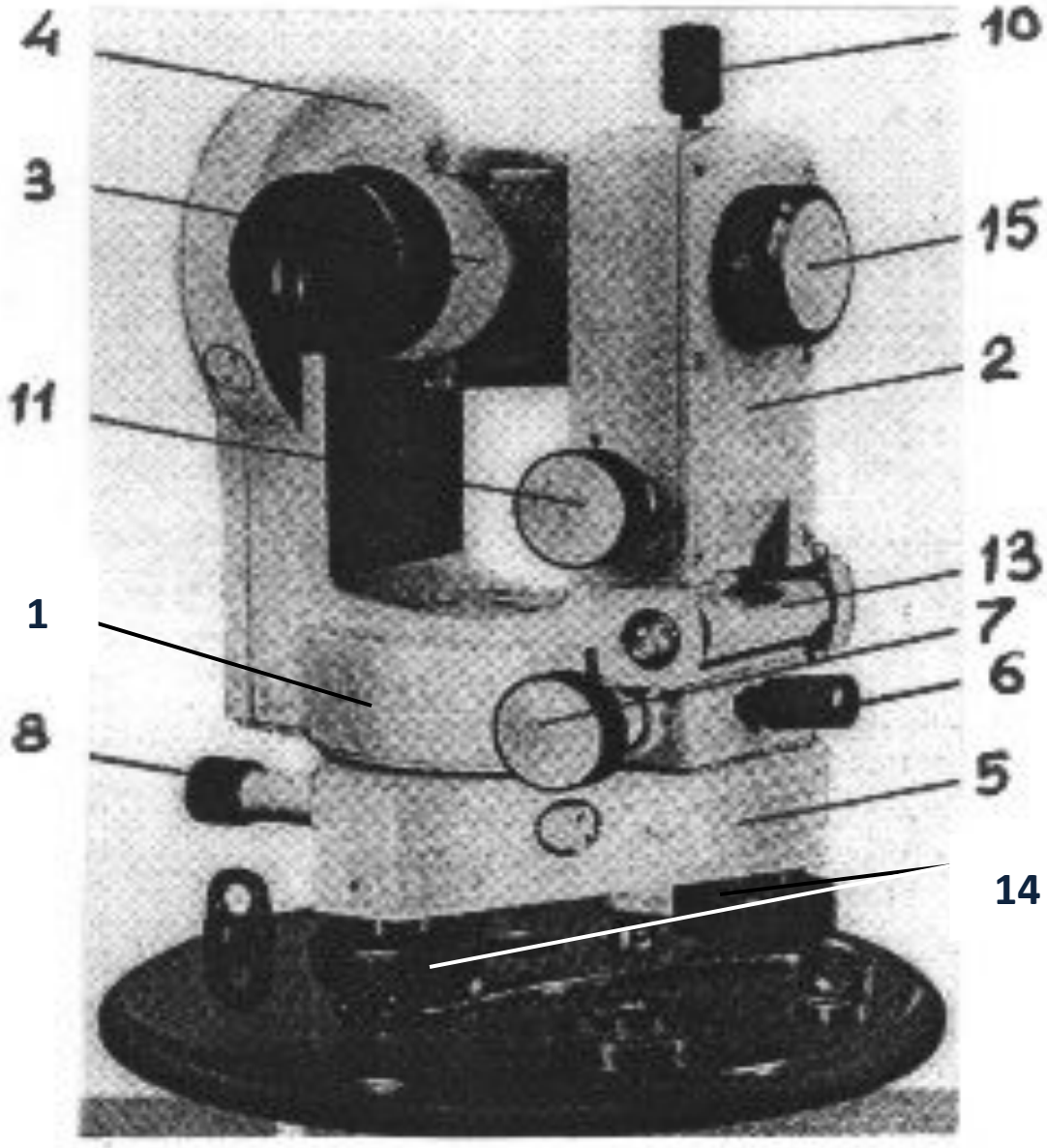
Над вершиной измеряемого угла устанавливают в горизонтальном положении **градуированный круг с градусными делениями – лимб**, центр которого должен располагаться строго над вершиной.

Алидада – подвижная часть теодолита, несущая систему отсчитывания по лимбу и визирное устройство – зрительную трубу (обычно всю вращающуюся часть теодолита называют алидадной частью или просто алидадой).

1-алидада
2-лимб

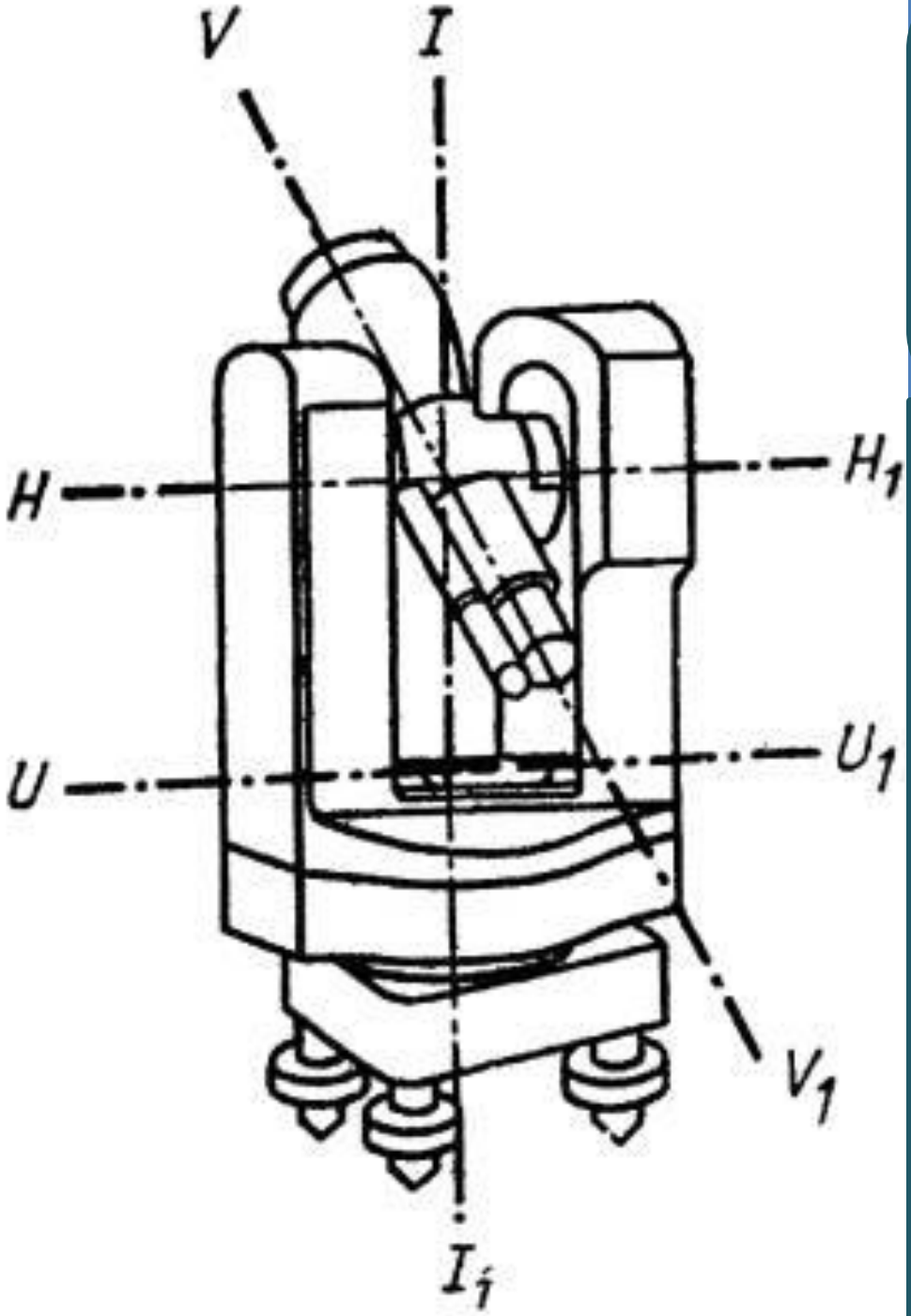


УСТРОЙСТВО ТЕОДОЛИТА



Основные части теодолита:

1. Горизонтальный круг
2. Колонка
3. Зрительная труба
4. Вертикальный круг
5. Подставка
6. Закрепительный винт алидады горизонтального круга
7. Микрометренный (наводящий) винт алидады горизонтального круга
8. Микрометренный винт лимба горизонтального круга
9. Закрепительный винт лимба горизонтального круга
10. Закрепительный винт зрительной трубы
11. Микрометренный винт зрительной трубы
12. Зеркало подсветки
13. Цилиндрический уровень при алидаде горизонтального круга
14. Подъемные винты
15. Фокусирующий винт



Основные оси теодолита:

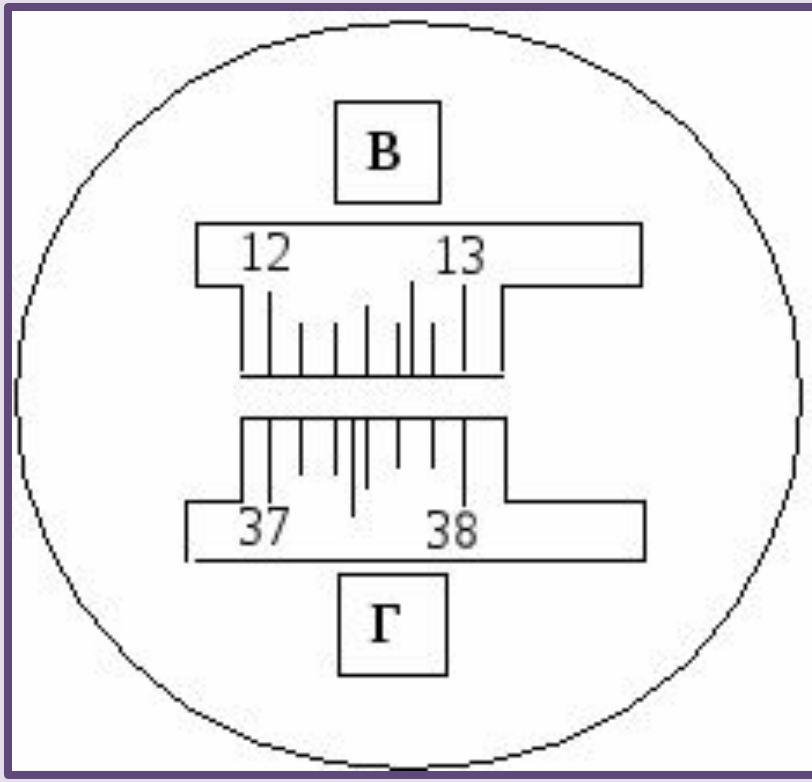
I-I1 – ось вращения теодолита;
H-H1 – ось вращения зрительной трубы;
V-V1 – визирная ось зрительной трубы;
U-U1 – ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга.

Геометрические условия в расположении осей:

1. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.
2. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы. Несоблюдение этого условия приводит к возникновению **коллимационной ошибки** в отсчете по прибору.
3. Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.

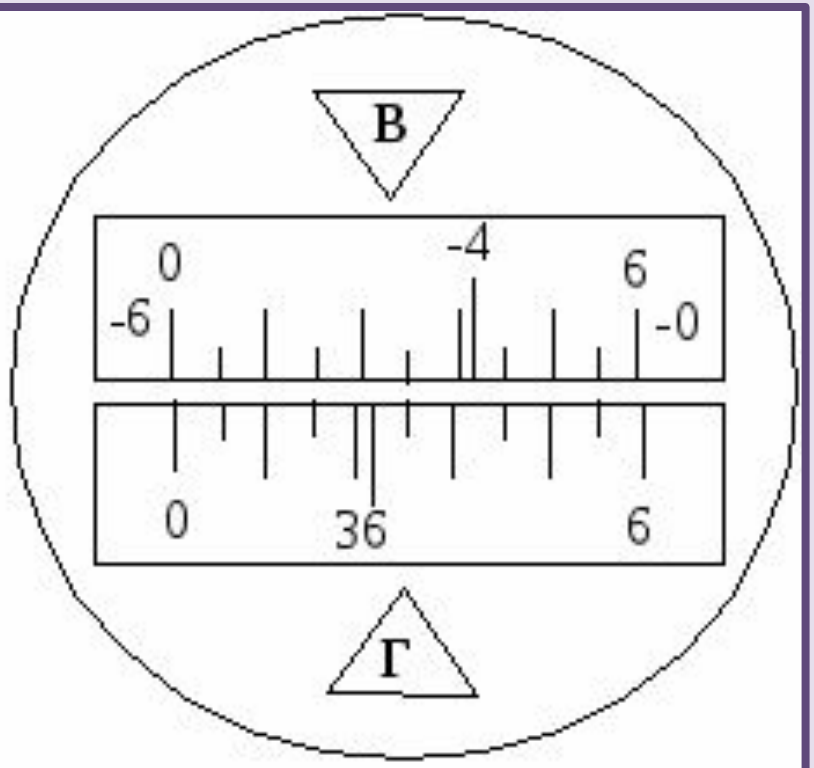
ПОЛЕ ЗРЕНИЯ ОТСЧЕТНОГО МИКРОСКОПА

Теодолит Т30



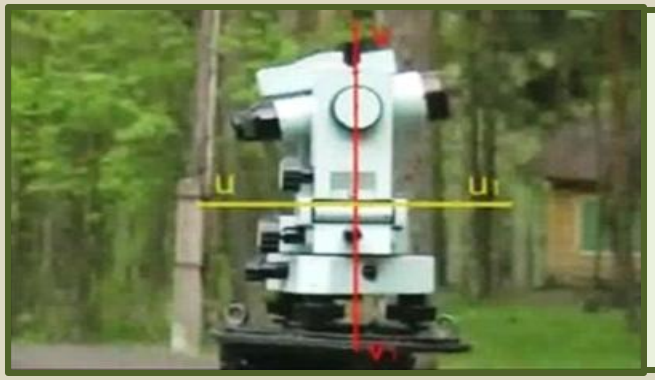
Отсчет по горизонтальному кругу:
37 °26´
Отсчет по вертикальному кругу:
12 °44´

Теодолит 2Т30



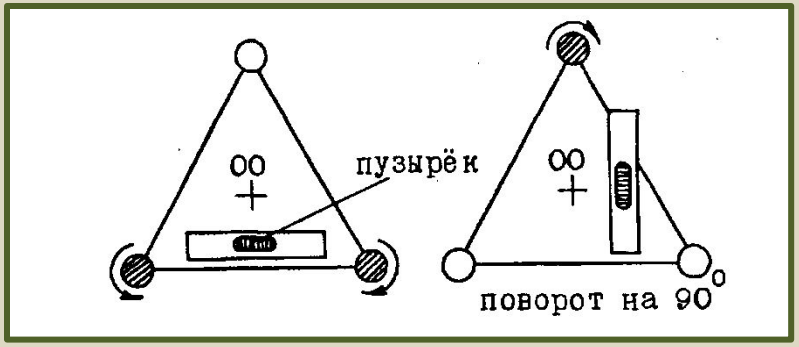
Отсчет по горизонтальному кругу:
36 °22´
Отсчет по вертикальному кругу:
- 4 °19´

ПОВЕРКИ ТЕОДОЛИТА



1-ая поверка. Проверяется выполнение условия: ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.

1. Устанавливают уровень параллельно двум подъемным винтам и, вращая их в противоположных направлениях, приводят пузырек уровня на середину в нуль-пункт. 2. Поворачивают алидаду на 90 °и вращением третьего подъемного винта приводят пузырек в нуль-пункт.



3.Поворачивают алидаду на 180 °. Если пузырек остался в центре, условие выполнено.

4. Если пузырек уровня отклонился от нуль-пункта более, чем на одно деление, то исправительными винтами уровня перемещают пузырек в сторону нуль-пункта на половину дуги отклонения, а вторую половину отклонения устраняют вращением подъемных винтов.

После исправления поверку повторяют.

2-ая поверка. Проверяется выполнение условия: визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения трубы.

Коллимационная ошибка *c* – это ошибка в отсчете по прибору, вызванная неперпендикулярностью визирной оси и оси вращения трубы.

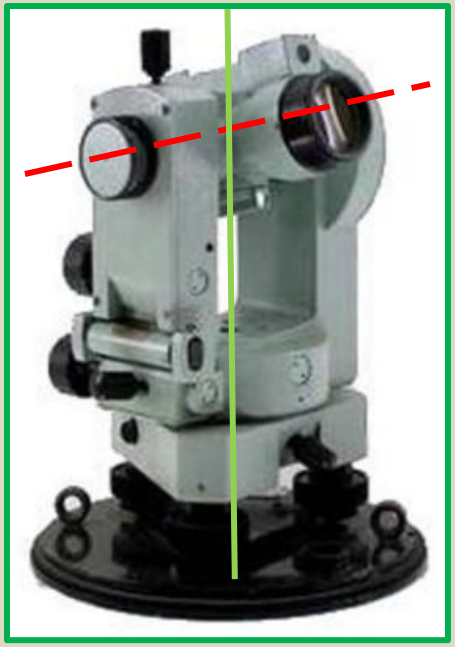
Для определения ***c*** визируют и берут отсчеты на одну и ту же точку при двух положениях вертикального круга: КЛ (при круге лево, т. е. вертикальный круг слева от зрительной трубы) и КП (при круге право).

$$c = (Л - П \pm 180°)/2$$

Если с < 1´, условие выполнено.

Если *c* > 1´, выполняют исправление. Вычисляют правильный отсчет: Л – *c* (при КЛ) или П + *c* (при КП). Устанавливают правильный отсчет по горизонтальному кругу. Снимают с окуляра крышку и, ослабив вертикально расположенные исправительные винты сетки нитей, вращением боковых исправительных винтов перемещают сетку до совпадения вертикальной нити сетки с наблюдаемой точкой. Закрепляют исправительные винты и надевают крышку. Поверку повторяют, чтобы убедиться в правильности исправления.

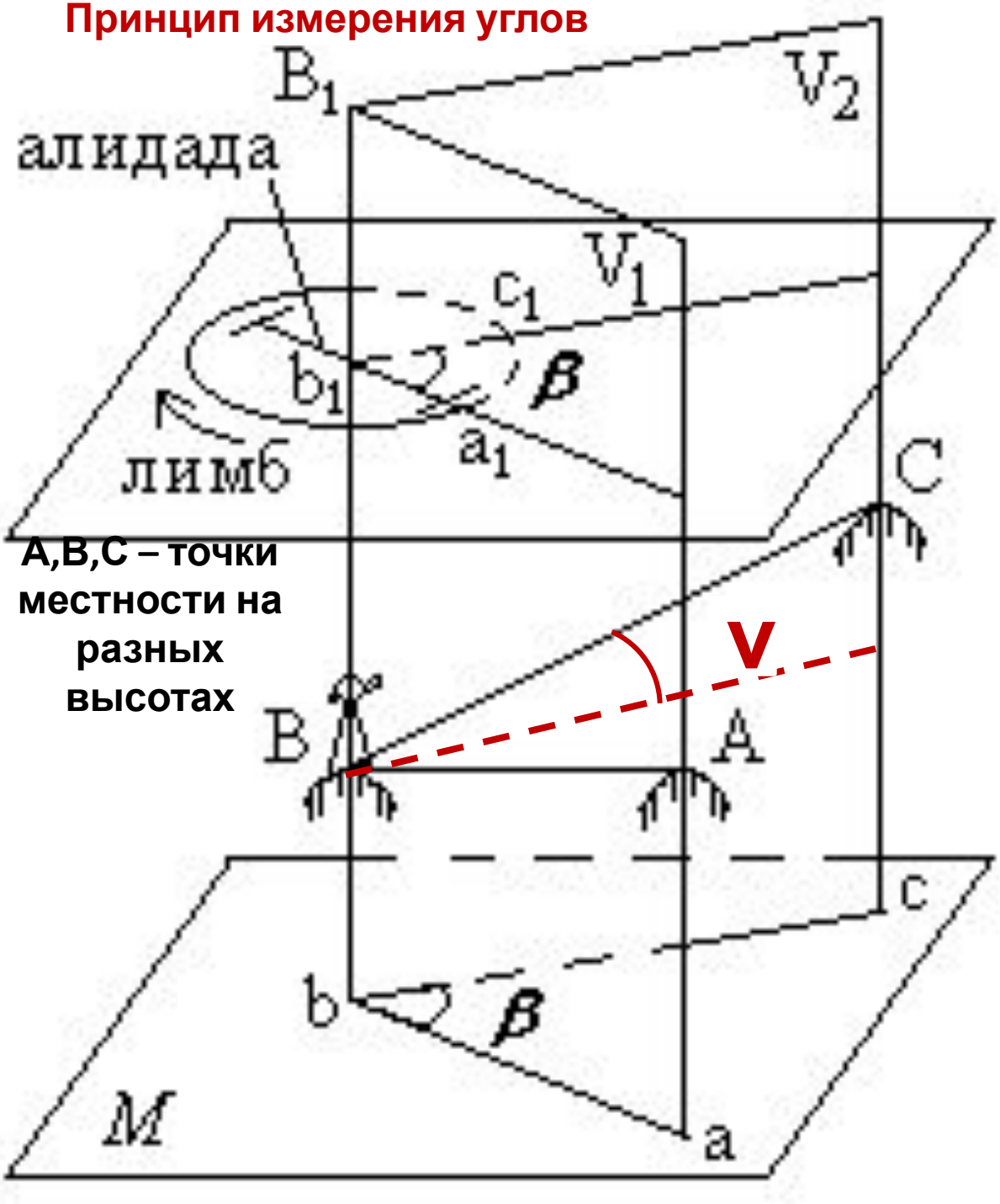
3-я поверка. Проверяется выполнение условия: ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.



Теодолит устанавливают в 20 – 30 метрах от стены здания, наводят зрительную трубу на точку, расположенную на стене под углом 30 °- 40 °к горизонту и закрепляют алидаду. Опускают зрительную трубу вниз и отмечают на стене проекцию точки на уровне горизонта инструмента. То же самое выполняют при другом положении вертикального круга. Если проекции точки на горизонт при двух положениях круга совпадают или расходятся не более, чем на половину биссектора сетки нитей, условие выполнено.

Условие гарантируется заводом–изготовителем. Исправление проводится только в заводских мастерских.

Принцип измерения углов



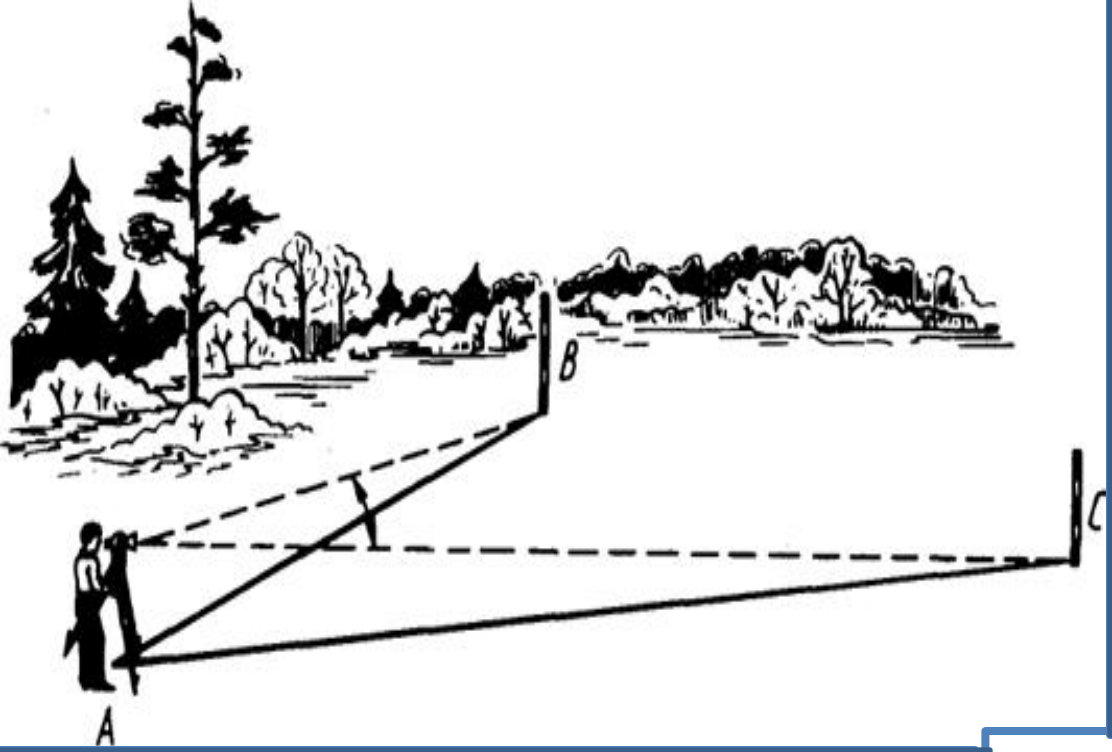
Горизонтальный угол **β** при вершине В образован проекцией направлений ВА и ВС на горизонтальную плоскость М.

Над вершиной измеряемого угла устанавливается горизонтальный градуированный круг – лимб. Если деления на круге идут по часовой стрелке, то определяемый угол равен разности отсчетов по кругу:

$$\beta = a_1 - c_1.$$

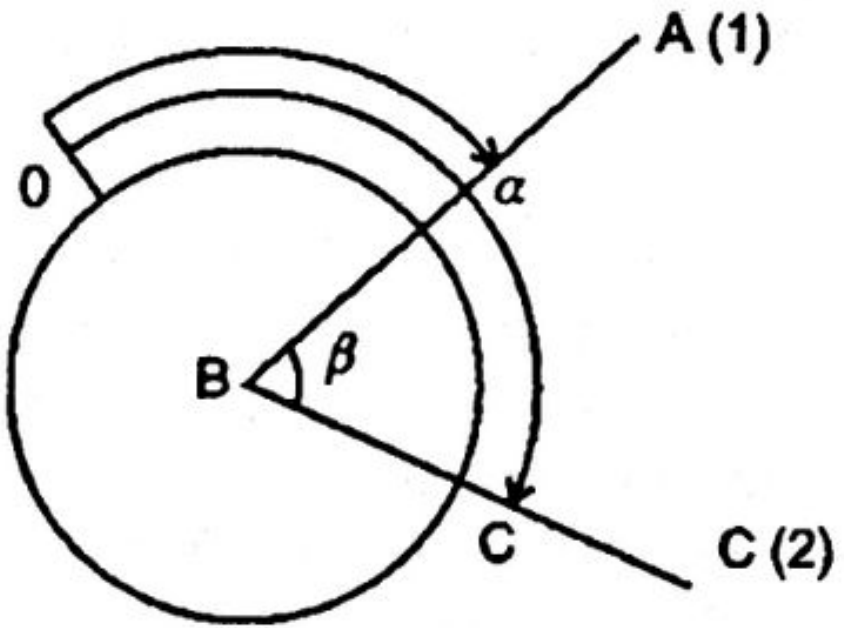
Угол **v**, образованный линией местности ВС с ее горизонтальной проекцией bc, называется вертикальным углом или углом наклона.

Углы наклона вверх от горизонта считаются положительными, вниз от горизонта – отрицательными.



Горизонтальный угол – это ортогональная проекция пространственного угла на горизонтальную плоскость.

Горизонтальный угол измеряется дважды, при двух положениях вертикального круга: КЛ и КП. Измерение угла при одном положении вертикального круга называется **полуприемом**, при двух положениях – **приемом**. **Расхождение значений угла из полуприемов не должно превышать двойной точности отсчета.** Среднее арифметическое из двух полученных в полуприемах значений угла является окончательным.



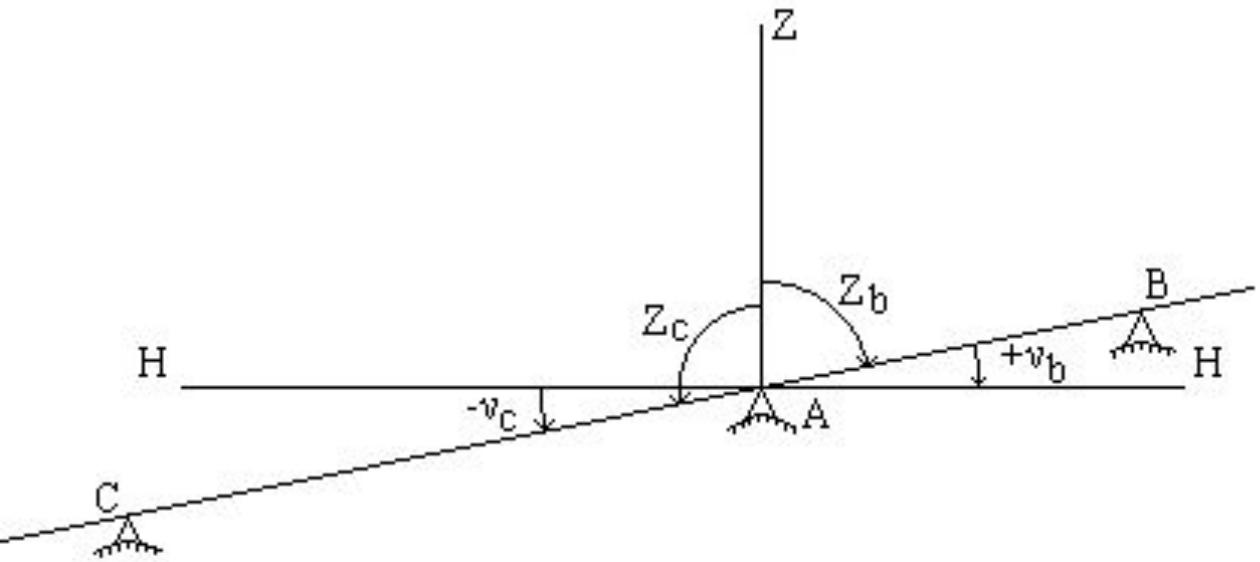
Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов

Дата 28.07.02 г. Теодолит 2Т30 Наблюдал *Гуляев В.С.*

Видимость *хорошая* № 25361 Вычисляла *Шураева Л.Ю.*

Точки		Положение вертикального круга	Отсчеты по горизонтальному кругу	Угол	Средний угол
стояния	визирования				
1	2	3	4	5	6
B	*A*	КЛ	22° 17,5′ *(1)*	135°02,0′ *(3)*	135°01,8′
	C		247° 15,5′ *(2)*		
B	*A*	КП	203° 21,0′ *(4)*	135°01,5′ *(6)*	
	C		68° 19,5′ *(5)*		

(3) = (2) – (1); (6) = (5) – (4)



Вертикальный угол – это угол, заключенный между наклонной и горизонтальной линиями. Он расположен в вертикальной плоскости. Может быть положительным или отрицательным.

Теоретически, при горизонтальном положении зрительной трубы, т. е. визирной оси, отсчет по вертикальному кругу должен быть равен 0 °00´. Практически отсчет отличается от нуля на небольшую величину, называемую **местом нуля вертикального круга – МО**.

МО – отсчет по лимбу вертикального круга при горизонтальном положении визирной линии трубы.

Вертикальный угол v для какого-либо направления определяется по формулам:

v = КЛ – МО или **v = МО – КП**,

где КЛ и КП – отсчеты по вертикальному кругу при визировании на данную точку.

Журнал измерения вертикальных углов

Дата 29.07.02 г. Теодолит Т30 Наблюдал *Коротких Р.Ю.*

Видимость *хорошая* № 56272 Вычисляла *Коротких Ю.С.*

Точки		Положение вертикального круга	Отсчеты по вертикальному кругу	*МО*	Угол наклона *v*
	визирования				
1	2	3	4	5	6
B	*A*	КЛ КП	4° 32′ *(1)* 175° 29′ *(2)*	0° 00,5′ *(3)*	+ 4° 31,5′
	C	КЛ КП	353° 43′ 186° 19′	0° 01,0′	– 6° 18,0′

МО = (КЛ + КП ± 180 °)/ 2