

Горный факультет

Кафедра Маркшейдерского дела и геодезии

# ГЕОДЕЗИЯ

Лектор : ст.преп. Ситникова Е.В.

## ЛЕКЦИЯ 5

Измерение углов, расстояний.  
Теодолит, устройство, поверки

# План лекции:

1. Принцип измерения горизонтального угла;
2. Теодолит, устройство, поверки;
3. Тахеометр электронный.

# *Принцип измерения горизонтального угла*

Угловые измерения являются одним из основных элементов при производстве геодезических работ.

Пусть  $ABC$  угол на местности, стороны которого не лежат в горизонтальной плоскости.

# *Принцип измерения горизонтального угла*

Горизонтальной проекцией этого угла будет угол  $abc = \angle$ , полученный проектированием сторон  $BA$  и  $BC$  на горизонтальную плоскость  $MN$  (рисунок 1).





# Принцип измерения горизонтального угла

Такая плоскость называется *визирной плоскостью* и осуществляется с помощью зрительной трубы.

Зрительная труба соединяется с кругом, который вращается в плоскости лимба вокруг оси  $bB'$ . Этот круг называется *алидадой*.

# *Принцип измерения горизонтального угла*

На алидаде имеется отсчетное устройство.

Для приведения плоскости лимба в горизонтальное положение служат *три подъемных винта* и *уровень*. Закрепление вращающихся частей лимба, алидады и трубы проводится с помощью *закрепительных винтов*.



# *Принцип измерения горизонтального угла*

Точная наводка трубы на предмет выполняется *наводящими винтами*.

Для измерения вертикальных углов служит *вертикальный круг*, расположенный сбоку от трубы.

# *Принцип измерения горизонтального угла*

Прибор, используемый для измерения горизонтальных и вертикальных углов называется *теодолитом* или *тахеометром*.

# Принцип измерения горизонтального угла

При измерении углов теодолит с помощью *станового винта* прикрепляется к *штативу*, представляющему собой треногу с металлической головкой.

Для центрирования теодолита, служит *отвес*.

# *Теодолит, устройство, поверки*

## **1) Горизонтальный круг**

С помощью горизонтального круга теодолита измеряются горизонтальные углы. Он состоит из лимба и алидады (рисунок 2).

Лимб в оптических теодолитах представляет собой стеклянное кольцо.

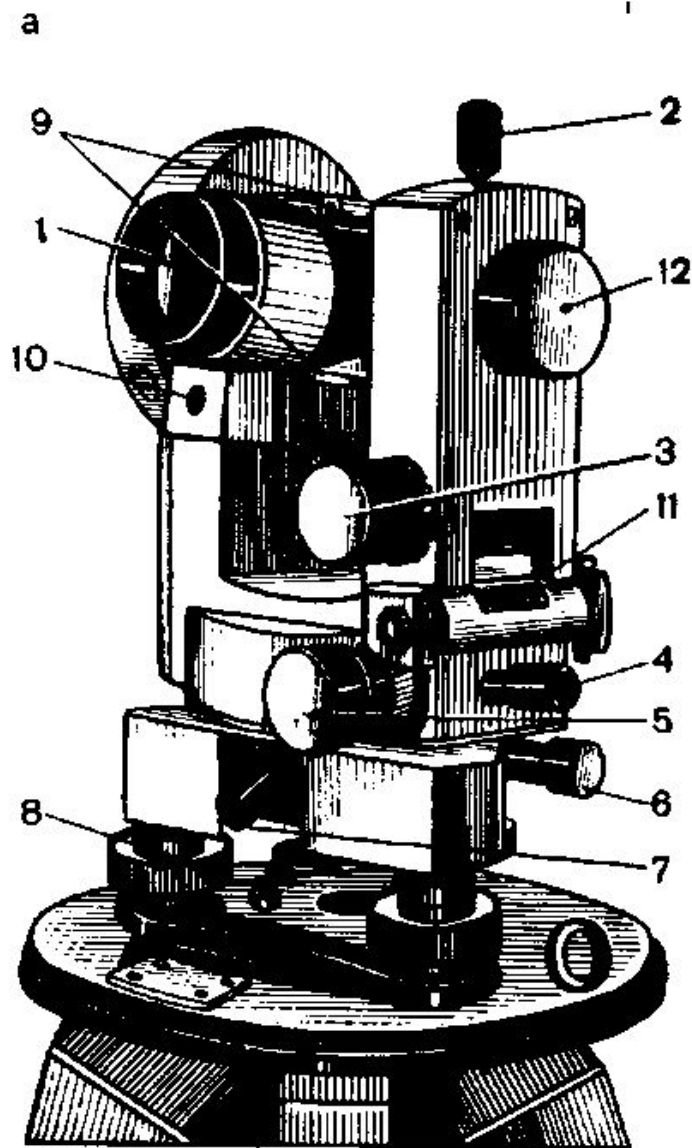


Рисунок 2 - Устройство теодолита 2Т30



## *Устройство теодолита 2ТЗО:*

1- объектив;

2 - зажимной винт вертикального круга;

3 - наводящий винт вертикального круга;

4 - зажимной винт алидады вертикального круга;

## *Устройство теодолита 2ТЗО:*

5 - наводящий винт алидады горизонтального круга;

6 - наводящий винт лимба горизонтального круга;

7 - зажимной винт лимба горизонтального круга;

8 - подъемный винт трегера (подставки);

## *Устройство теодолита 2ТЗО:*

9 - оптический визир;

10 - уровень накладной;

11- уровень при горизонтальном  
круге;

12- кремальера.

## *Теодолит, устройство, поверки*

Величина дуги лимба между двумя ближайшими штрихами называется *ценой деления лимба*.

Градусные штрихи лимба оцифрованы по ходу часовой стрелки от 0 до 359°. Алидадой в оптических теодолитах служит отчетное устройство, состоящее из оптической схемы.

# *Теодолит, устройство, поверки*

Изображение штрихов и цифр лимба передается в поле зрения микроскопа.

При вращении алидады вокруг своей оси относительно неподвижного лимба изменяется отсчет.



# *Теодолит, устройство, поверки*

## **2) Вертикальный круг**

С помощью вертикального круга теодолита измеряют вертикальные углы. Он состоит из лимба и алидады. Лимб жестко скреплен с осью вращения зрительной трубы и поворачивается вместе с трубой.

## *Теодолит, устройство, поверки*

Алидада не скреплена со зрительной трубой и при вращении ее остается неподвижной.

Вертикальный круг имеет оцифровку через один градус от 0 до  $359^\circ$  против хода часовой стрелки у теодолита *T30* и по ходу часовой стрелки у теодолита *2T30M*.

# *Теодолит, устройство, поверки*

У теодолита *2Т30* секторная оцифровка вертикального круга от 0 до плюс  $75^\circ$  и от 0 до минус  $75^\circ$ . Изображение штрихов и цифр вертикального круга передается с помощью оптического устройства в поле зрения микроскопа.

# *Теодолит, устройство, поверки*

## **3) Зрительная труба**

Зрительная труба служит для визирования теодолита на точки (предметы). В современных теодолитах применяются зрительные трубы с внутренним фокусированием.

# *Теодолит, устройство, поверки*

Телеобъектив зрительной трубы дает действительное, обратное и уменьшенное изображение наблюдаемого предмета.

Зрительная труба состоит из объектива, фокусирующей линзы, сетки нитей и окуляра.



# *Теодолит, устройство, поверки*

Перед началом наблюдений вращением *диоптрийного кольца* окуляра добиваются четкой видимости в поле зрения сетки нитей. Фокусирование трубы при наблюдении на точку осуществляют перемещением фокусирующей линзы вращением *кремальерного кольца* (винта).

# *Теодолит, устройство, поверки*

Наведение зрительной трубы на предмет выполняют совместным вращением трубы и алидады горизонтального круга при частично выкрученных закрепительных винтах. Наблюдая глазом по верху трубы или в *оптический визир*, осуществляют грубое наведение на предмет.

# *Теодолит, устройство, поверки*

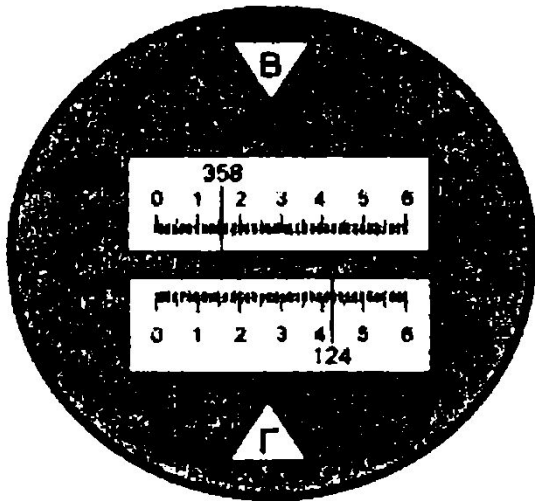
Точное наведение на предмет осуществляют *наводящими винтами* при *зажатых закрепительных винтах* алидады и зрительной трубы. При этом наблюдаемую точку точно совмещают с перекрестием сетки нитей.

# *Теодолит, устройство, поверки*

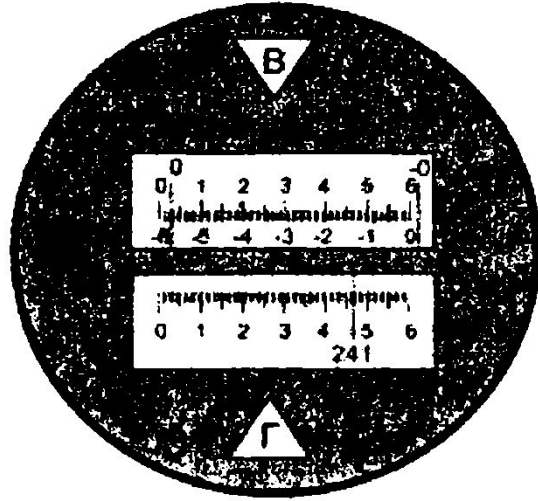
Отсчеты производят по соответствующим шкалам микроскопа, устанавливаемого по глазу вращением диоптрийного кольца до появления четкого изображения штрихов и цифр горизонтального и вертикального кругов. (рисунок 3).



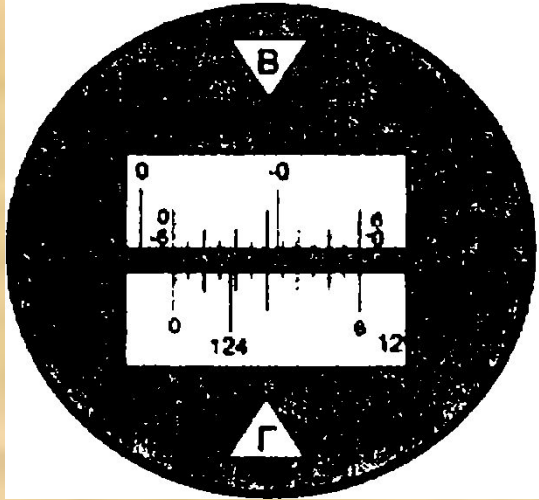
*a*



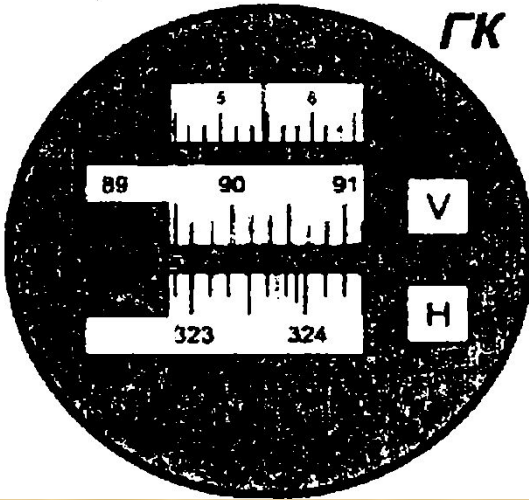
*б*



*в*



*г*



*ГК*

*ВК*

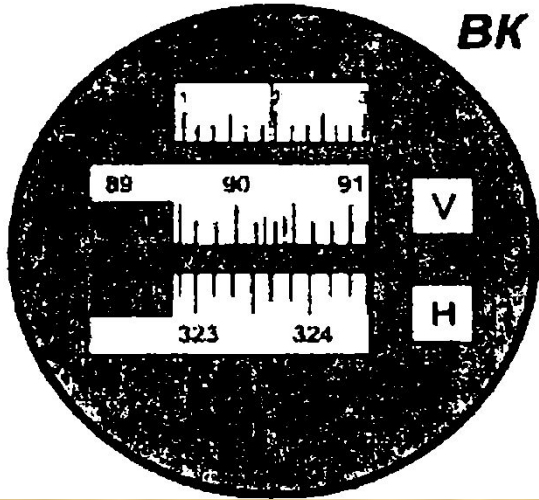


Рисунок 3 - Поле зрения шкалового микроскопа теодолитов



B

359

0

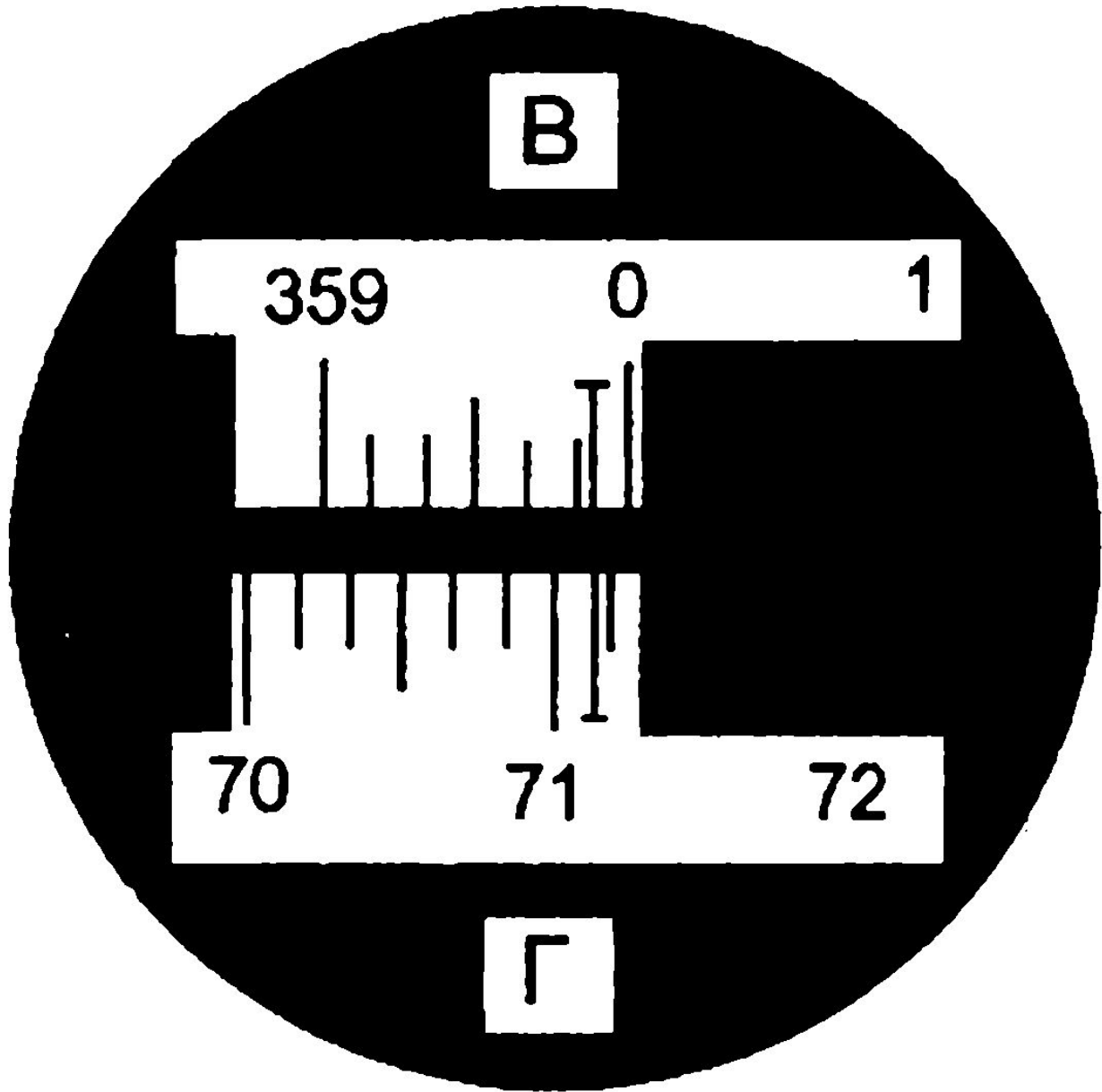
1

70

71

72

Г



# *Теодолит, устройство, поверки*

Сетка нитей состоит из системы штрихов, которые находятся в плоскости изображения, даваемого объективом зрительной трубы. Два параллельных друг другу вертикальных штриха называются *биссектором нитей*.

# *Теодолит, устройство, поверки*

Точка пересечения основных штрихов сетки нитей называется перекрестием сетки нитей. Два коротких горизонтальных штриха представляет собой **НИТЯНОЙ ДАЛЬНОМЕР**, с помощью которого по дальномерной рейке определяют расстояния.

# Теодолит, устройство, проверки



# *Теодолит, устройство, поверки*

Согласно ГОСТу 10529—86

оптические теодолиты по точности делятся на высокоточные Т1, точные Т2, Т5 и технические Т15, Т30, 2Т30. Число, входящее в шифр теодолита, показывает *среднюю квадратическую ошибку* измерения горизонтального угла одним приемом в секундах.



# *Теодолит, устройство, поверки*

Теодолит должен удовлетворять следующим геометрическим условиям:

1) Ось уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита (рисунок 4,а);

*a*

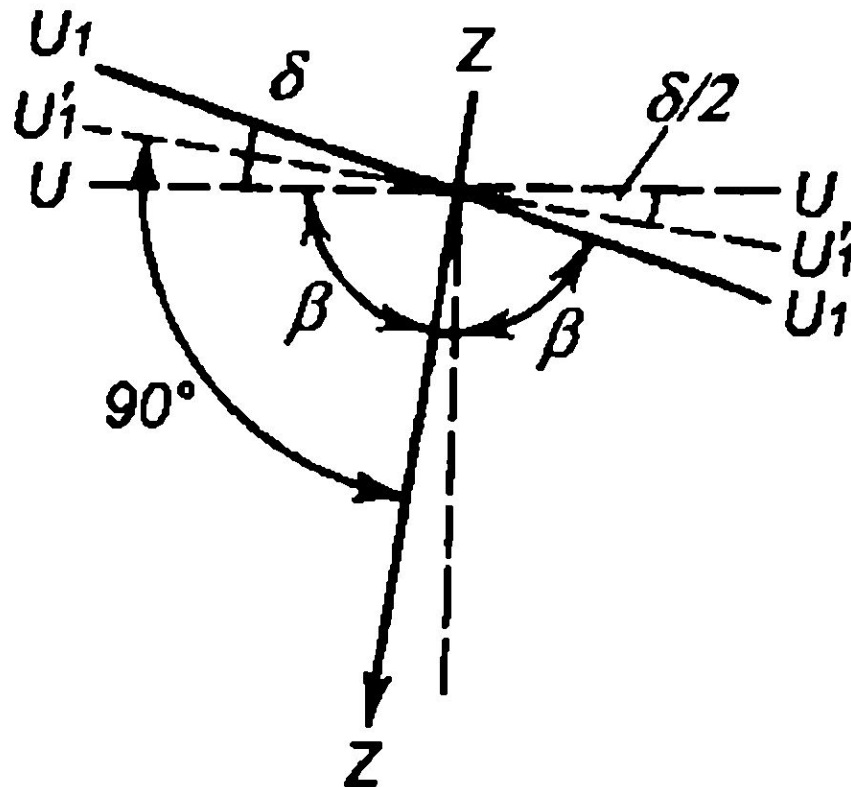


Рисунок 4 – Поверка цилиндрического уровня

# *Теодолит, устройство, поверки*

- 2) Одна из нитей сетки должна быть вертикальна, другая — горизонтальна;
- 3) Визирная ось зрительной трубы, должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы (рисунок 4,б);

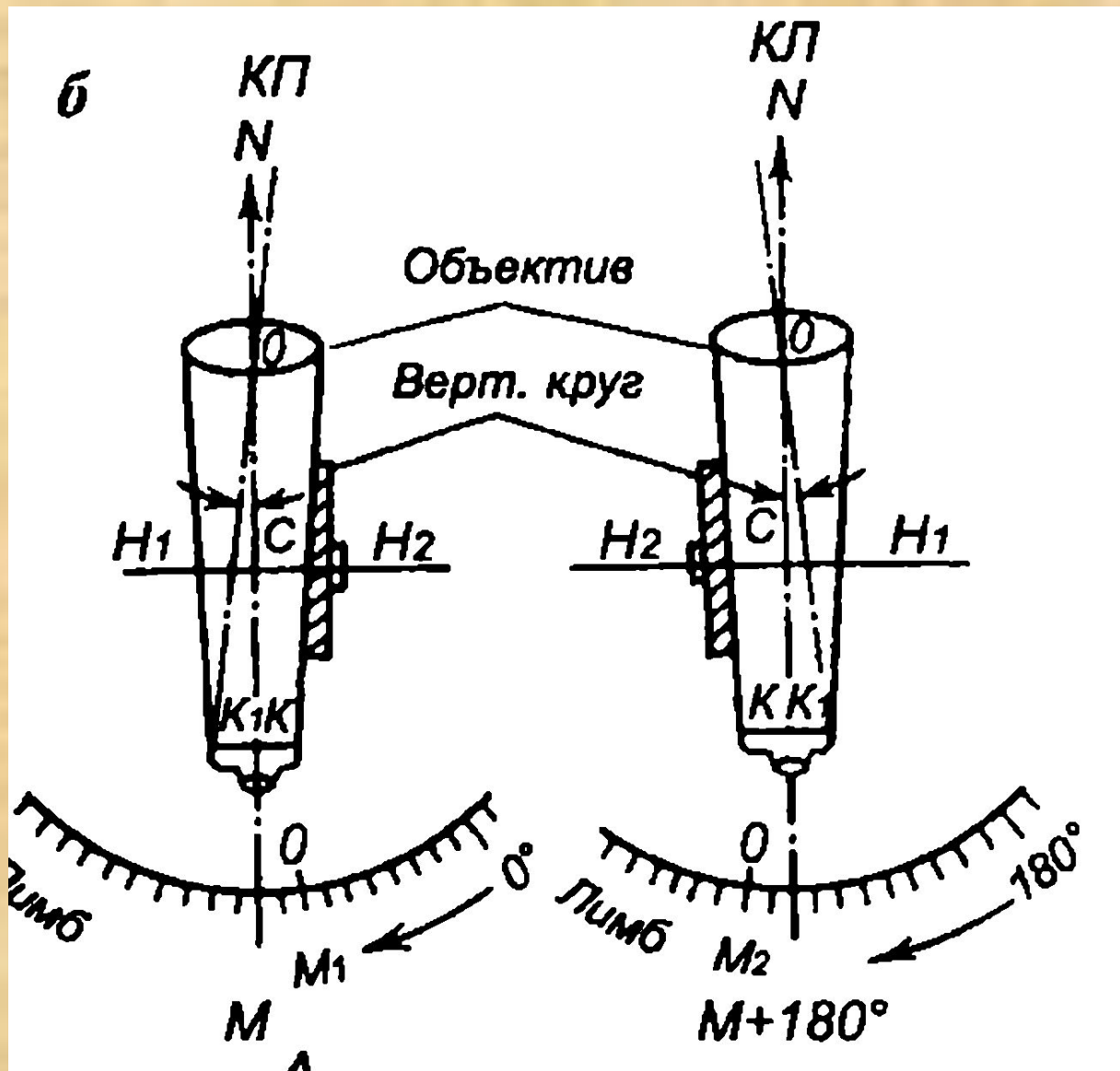


Рисунок 4 – Проверка коллимационной  
ошибки

# *Теодолит, устройство, поверки*

Величина коллимационной  
ошибки найдется как

$$c = \frac{КП - КЛ \pm 180^\circ}{2} \cdot$$



# *Теодолит, устройство, поверки*

Для устранения коллимационной ошибки в этом случае вычисляют отсчет, исправленный на величину ошибки

$$КЛ = КЛ_2 - c .$$

И устанавливают этот отсчет с помощью наводящего винта алидады.

# *Теодолит, устройство, поверки*

4) Ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита (рисунок 4,в);

В современных теодолитах соблюдение рассматриваемого условия гарантируется заводом.

6

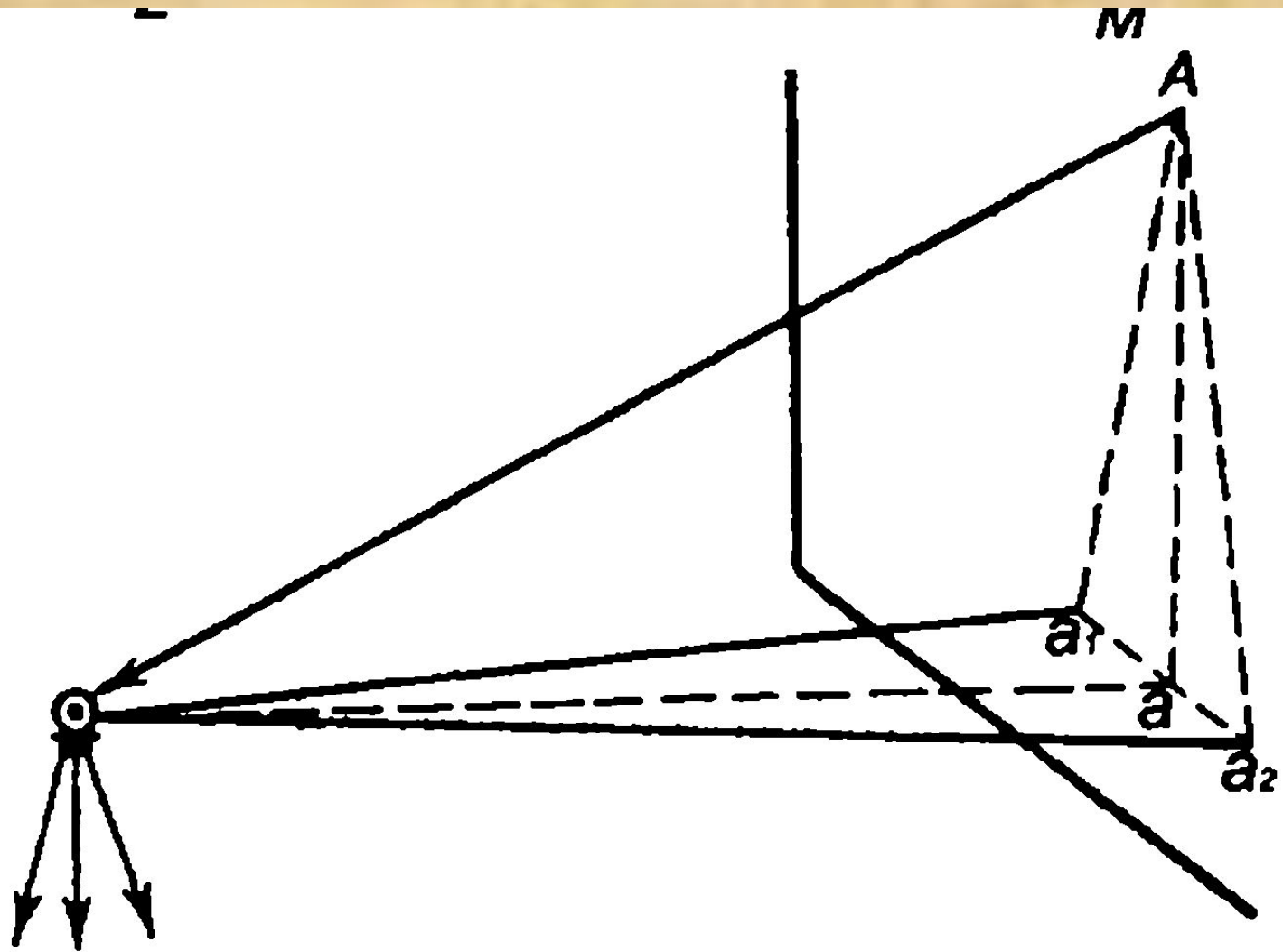


Рисунок 4 – Проверка равенства  
подставок

# *Теодолит, устройство, поверки*

5. Поверка места нуля вертикального круга (рисунок 4,б);.

Местом нуля МО вертикального круга называется отсчет по вертикальному кругу при горизонтальном положении визирной оси зрительной трубы и оси цилиндрического уровня (рисунок 5).

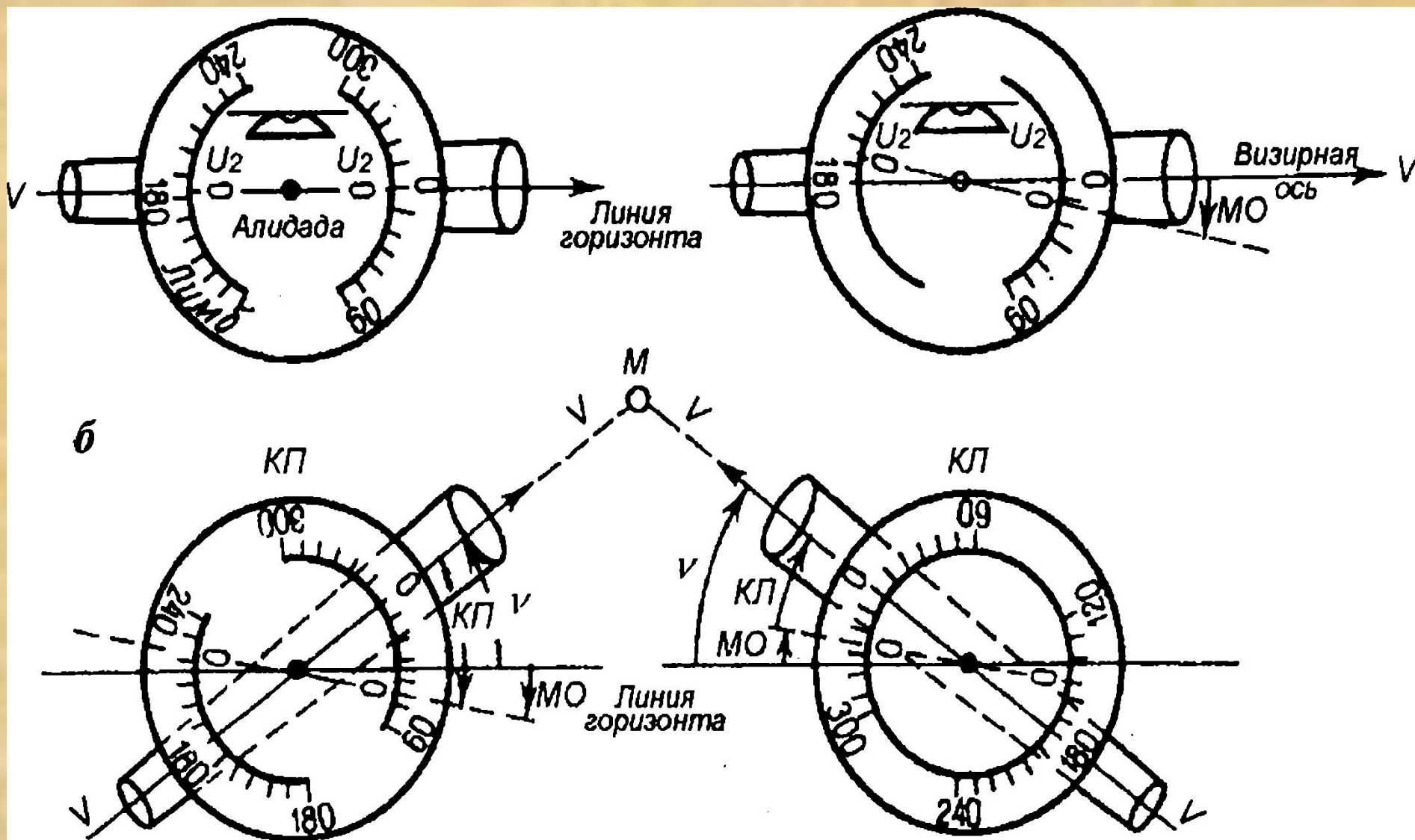


Рисунок 5 – Вертикальный круг и МО



## *Теодолит, устройство, поверки*

Место нуля МО вертикального круга должно быть равно  $0^\circ$  либо близким к  $0^\circ$ .

Значение МО определяют визированием на удаленную точку при круге лево и круге право и берут соответственно отсчеты КЛ и КП по вертикальному кругу.

# *Теодолит, устройство, поверки*

Перед взятием отсчетов по вертикальному кругу пузырек цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должен быть в нуль - пункте.

# *Теодолит, устройство, поверки*

При этом к отчету меньше  $90^\circ$  прибавляют  $360^\circ$ . Для теодолита 2Т30 значение МО вычисляют по формуле:

$$MO = \frac{KL + KP}{2}$$

# *Теодолит, устройство, поверки*

Если значение МО превышает двойную точность отчетного устройства (для 2Т30 – 60 сек.) необходимо выполнить юстировку.







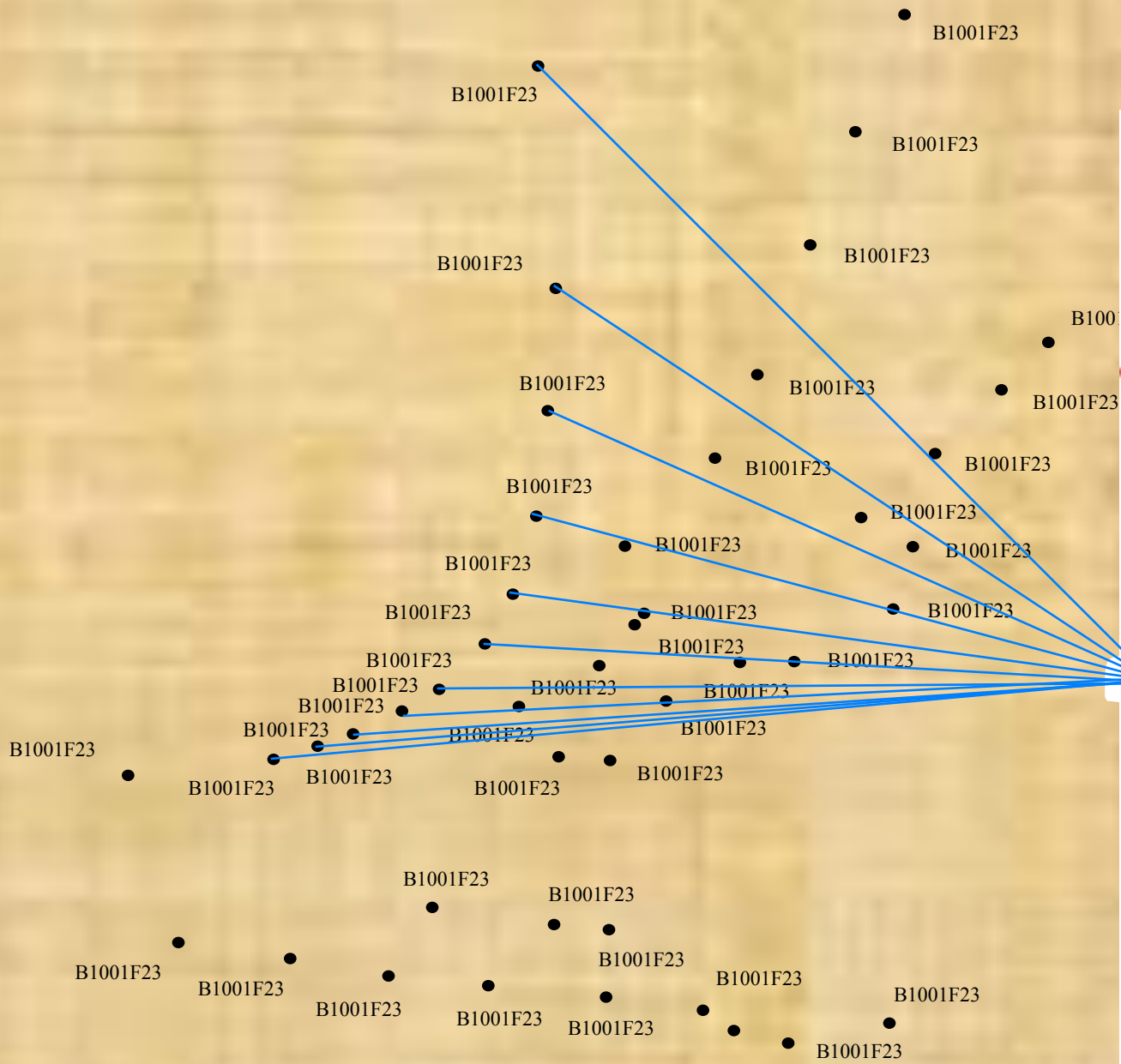
Рисунок 6 - Тахеометр электронный

# *Тахеометр*











# *GPS*







# Сканер



# *DISTO™*





# Современные Технологии Для Быстрой и Эффективной Съёмки

## Данных

Одна точка



Тахеометр

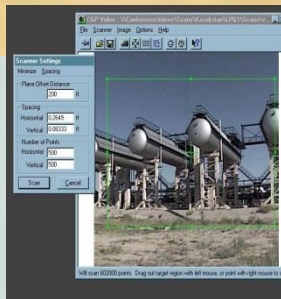


GPS

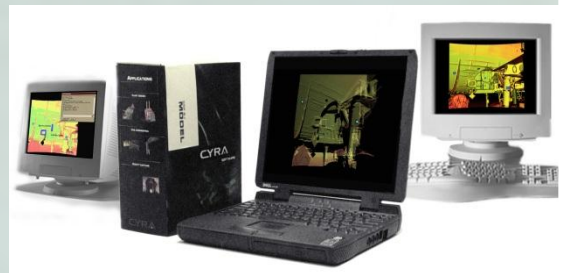


DIST  
OTM

Миллионы Точек

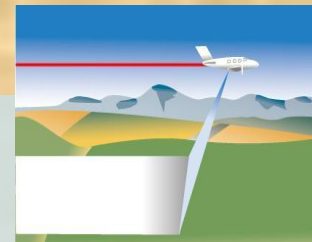


Лазерное  
Сканирование

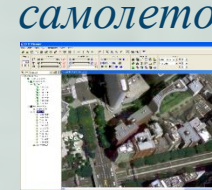


Управление  
облаками точек

Анализ изображений



На основе  
самолетов



Дистанционное  
измерение



Фотограмметрия

*Задание на СРСП 5 :*

**Поверки и юстировки теодолита**



# *Литература*

- 1 . Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия: учебное пособие для вузов/. — М.: Академический Проект, 2007. — 592с.
2. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. М., Издательство Академия, 2004.
3. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Основы геодезии.—М.: Высшая школа, 2003, — 368с.