

# Теодолитная съемка.

- 1. Сущность теодолитной съемки.**
- 2. Теодолитные ходы.**
- 3. Способы съемки ситуации.**
- 4. Камеральные работы при теодолитной съемке.**



# Теодолитная съемка. Виды съемок.

**Теодолитной съемкой** называется горизонтальная или контурная съемка местности, которая выполняется с помощью теодолита.

## Теодолитные ходы

представляют собой системы ломаных линий, в которых горизонтальные углы измеряются техническими теодолитами, а длины сторон — стальными мерными лентами и рулетками либо оптическими дальномерами.



# Сущность теодолитной съемки.

По точности теодолитные ходы подразделяются на ходы точности 1:5000, 1:2000 и 1:1000. Обычно теодолитные ходы не только нужны для выполнения съемки ситуации местности, но и служат геодезической основой для других видов инженерно-геодезических работ.

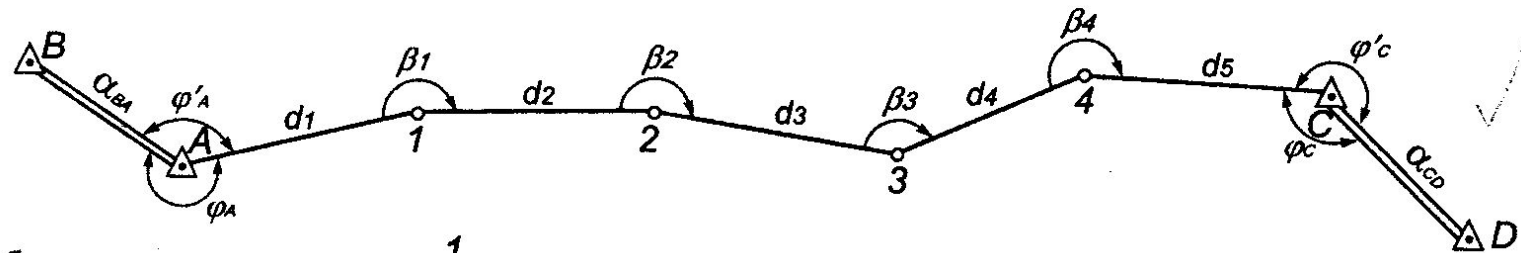
Теодолитные ходы развиваются от пунктов плановых государственных геодезических сетей и сетей сгущения.

**По форме различают следующие виды  
теодолитных ходов:**

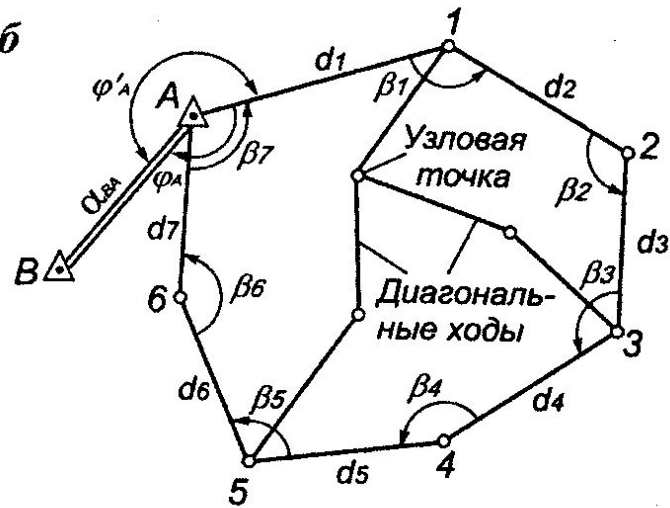
- 1) *разомкнутый ход*, начало и конец которого опираются на пункты геодезического обоснования (рис. а);
- 2) *замкнутый ход (полигон)* — сомкнутый многоугольник, обычно примыкающий к пункту геодезического обоснования (рис. б);
- 3) *висячий ход*, один из концов которого примыкает к пункту геодезического обоснования, а второй конец остается свободным (рис. в).

# Виды теодолитных ходов

а



б



в

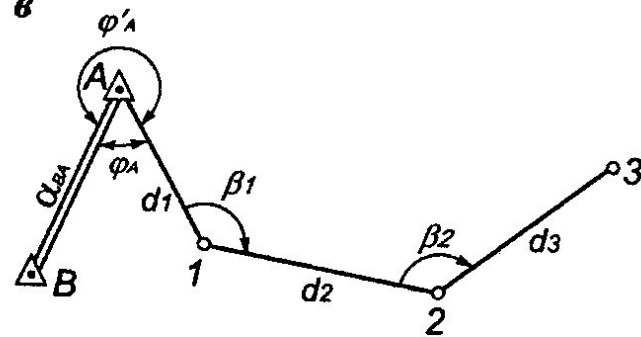


Рис. 75. Теодолитные ходы:  
 а — разомкнутый ход; б — замкнутый ход (полигон); в — висячий ход

## **Теодолитная съемка складывается из следующих видов работ:**

- прокладка теодолитных ходов и привязка их к пунктам геодезической сети,
- съемка ситуации,
- обработка результатов полевых измерений,
- построение плана.

## Порядок производства работ при прокладке теодолитных ходов.

Работы по прокладке теодолитных ходов производятся в следующем порядке.

- **1)Камеральная подготовка** включает: изучение картографического материала, каталогов плановой и высотной опорной сетей, географического описания района и составление предварительного проекта работ.
- **2)Рекогносцировка** - в процессе, которой отыскиваются пункты геодезической плановой и высотной сетей на местности и окончательно устанавливаются вершины углов поворота теодолитных ходов. Результаты рекогносцировки наносятся на карту самого крупного масштаба, а при ее отсутствии, на схему, составленную в процессе работ.

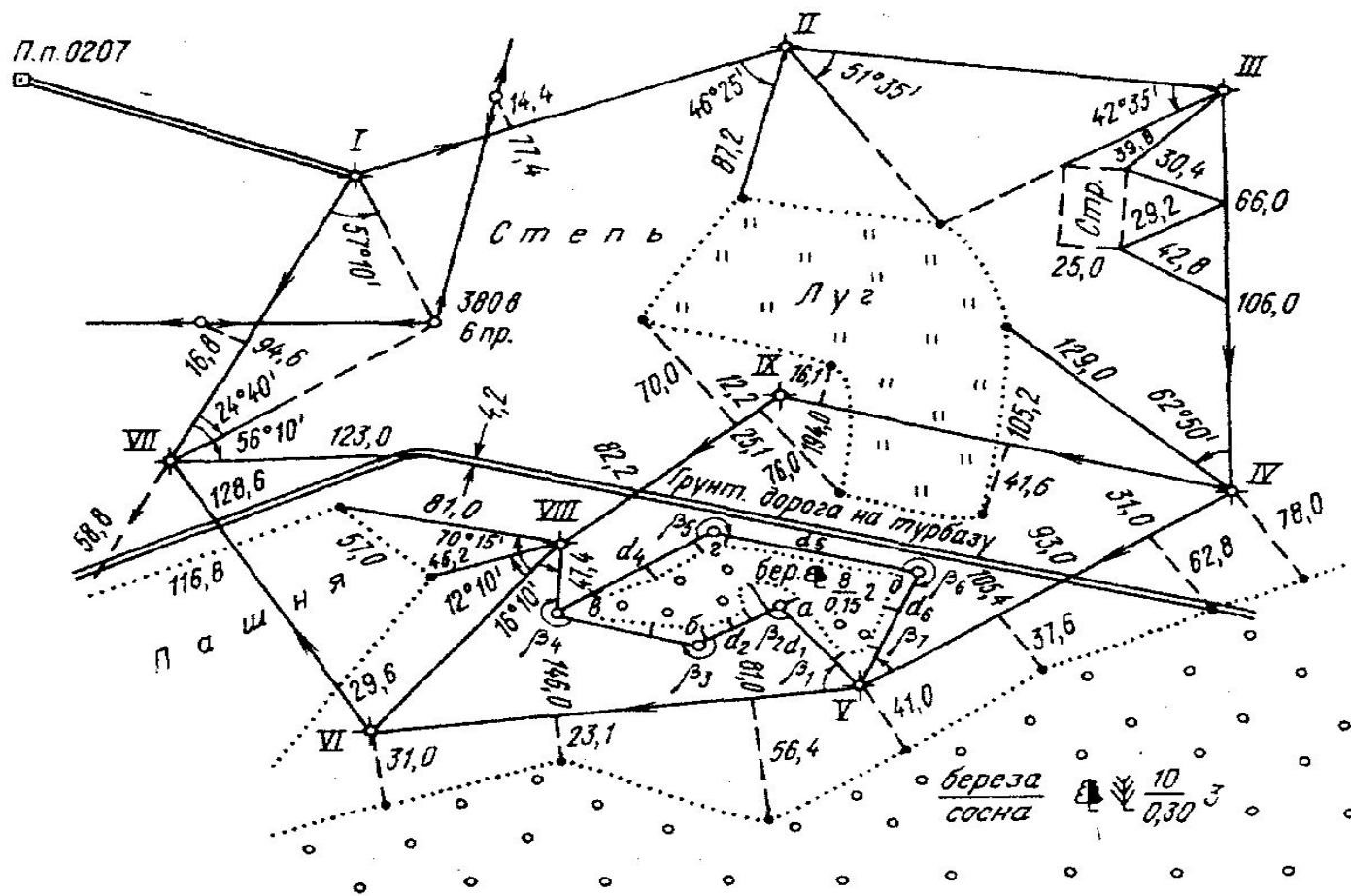
- **3) Прокладка теодолитных ходов** состоит из следующих этапов.
- а) Закрепление точек поворотов ходов колышками со сторожками, на которых указывается номер точки, название организации, год работы. Через 1 км., устанавливают деревянные столбы или полигонометрические центры, такие точки называются закладными.
- б) измерение углов 30 секундным или 1 минутным теодолитом, который перед замерами должен быть тщательно вымерен.
- в) Измерение длин линий в прямом и обратном направлениях.
- **Привязка теодолитных ходов к пунктам геодезической опорной сети.**



# Съемка ситуации местности

- Съемка ситуации местности заключается в определении положения характерных точек контуров и местных предметов относительно вершин и сторон теодолитного хода. Съемка может выполняться одновременно с прокладкой теодолитного хода либо независимо. Результаты измерений при съемке заносят в абрис.
- На абрисе показывают взаимное расположение вершин теодолитных ходов, линий и снимаемых объектов со всеми числовыми результатами измерений и пояснительными записями. Абрис ведется в карандаше четко и аккуратно. Он является основным документом съемки и служит материалом для составления плана местности.

Абрисом называется схематический чертеж, масштаб которого принимается произвольным.



Съемочный ход

Обозначения	Значения
$\beta_1$	$34^{\circ}16'$
$\beta_2$	$112^{\circ}12'$
$\beta_3$	$267^{\circ}41'$
$\beta_4$	$275^{\circ}35'$
$\beta_5$	$235^{\circ}55'$
$\beta_6$	$273^{\circ}26'$
$\beta_7$	$43^{\circ}10'$
$\alpha_1$	63,6
$\alpha_2$	51,4
$\alpha_3$	60,4
$\alpha_4$	79,0
$\alpha_5$	94,6
$\alpha_6$	61,0

Рис. 80. Абрис теодолитной съемки

## Способы съемки ситуации.

В зависимости от характера местности и расположения контуров относительно теодолитных ходов применяют тот или иной способ съемки ситуации.

Основными из них являются следующие:

1. Способ перпендикуляров;
2. Способ полярных координат (полярных направлений);
3. Способ биполярных координат (засечек);
4. Способ створов (промеров);
5. Способ обхода.

# 1. Способ перпендикуляров

применяется на открытой местности для съемки контуров вытянутой формы и местных предметов, расположенных вблизи сторон теодолитного хода. Сторона теодолитного хода (например,  $AB$ , рис. 78, а) принимается за ось абсцисс, а точка  $A$  — за начало координат. Положение снимаемых точек  $1, 2, 3$  определится длинами перпендикуляров  $l_1, l_2, l_3$  и расстояниями  $d_1, d_2, d_3$  от точки  $A$  теодолитного хода до основания соответствующего перпендикуляра. Следовательно, для каждой характерной точки контура местности определяются прямоугольные координаты (абсциссы  $d_1, d_2, d_3$  и ординаты  $l_1, l_2, l_3$ ), по которым эти точки можно нанести на план.

## 2. Способ полярных координат (полярных направлений)

применяется на открытой местности для съемки отдельных местных предметов и характерных точек контуров, удаленных от теодолитного хода.

Сторона теодолитного хода  $AB$  (см. рис. 78, б) принимается за полярную ось, а вершина  $A$  (или  $B$ ) — за полюс. Для определения планового положения точек (например, 1 и 2) достаточно измерить горизонтальные углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$  между исходным направлением и направлениями на снимаемые точки и расстояния  $l_1, l_2$  до этих точек.

### 3. Способ биполярных координат (засечек)

Для съемки труднодоступных точек на открытой местности целесообразно применять *способ угловых засечек*. Для этого в точках *A* и *B* (см. рис. 78, в) с помощью теодолита измеряют углы  $\alpha$  и  $\beta$  между стороной теодолитного хода *AB* и направлениями на снимаемую точку *N*. Точка *N* на плане будет получена в пересечении направлений, построенных по этим углам. Следует иметь в виду, что наиболее выгодным является случай, когда угол при засекаемой точке *N* близок к  $90^\circ$ . Засечки под углом менее  $30^\circ$  и более  $150^\circ$  дают неточные положения снимаемых точек.

При съемке доступных объектов с четкими очертаниями (здания, инженерные сооружения и т. п.), расположенных вблизи сторон теодолитного хода, можно использовать **способ линейных засечек**. Для этого на стороне теодолитного хода  $AB$  (рис. 78, г) выбирают две вспомогательные точки  $O_1$  и  $O_2$ , отрезок между которыми является базисом. Из точек  $O_1$  и  $O_2$  лентой или рулеткой измеряют расстояния  $l_1$  и  $l_2$  до снимаемой ситуации точки  $M$ . Пересечение линейных засечек отрезками  $l_1$  и  $l_2$  определит положение точки  $M$  на плане. При линейных засечках форма треугольника  $O_1MO_2$  должна быть по возможности близка к равносторонней, а длины сторон — не превосходить длину мерного прибора.

## 4. Способ створов (промеров)

применяется в случаях, когда границы ситуации пересекают стороны теодолитного хода или продолжение сторон (см. рис. 78,  $\delta$ ), а также для определения положения вспомогательных опорных точек (точка  $O$ ). Положение снимаемых точек  $1, 2, 3$  определится линейными промерами  $d_1, d_2, d_3$ . Способ створов находит широкое применение при съемке застроенных территорий, особенно в сочетании его со способами перпендикуляров и линейных засечек.



## 5. Способ обхода.

применяется на закрытой местности для съемки важных объектов, которые из-за дальности и местных препятствий не могут быть засняты от вершин и сторон основного теодолитного хода. В этом случае вокруг снимаемого объекта (см. рис. 78, е) прокладывают дополнительный *съемочный ход* 1-2-3-4-5, который привязывают к основному ходу. Углы в съемочном ходе измеряют одним полуприемом, а стороны стальной лентой или с помощью нитяного дальномера (в коротких ходах). Границы контура снимают от сторон съемочного хода способом перпендикуляров.

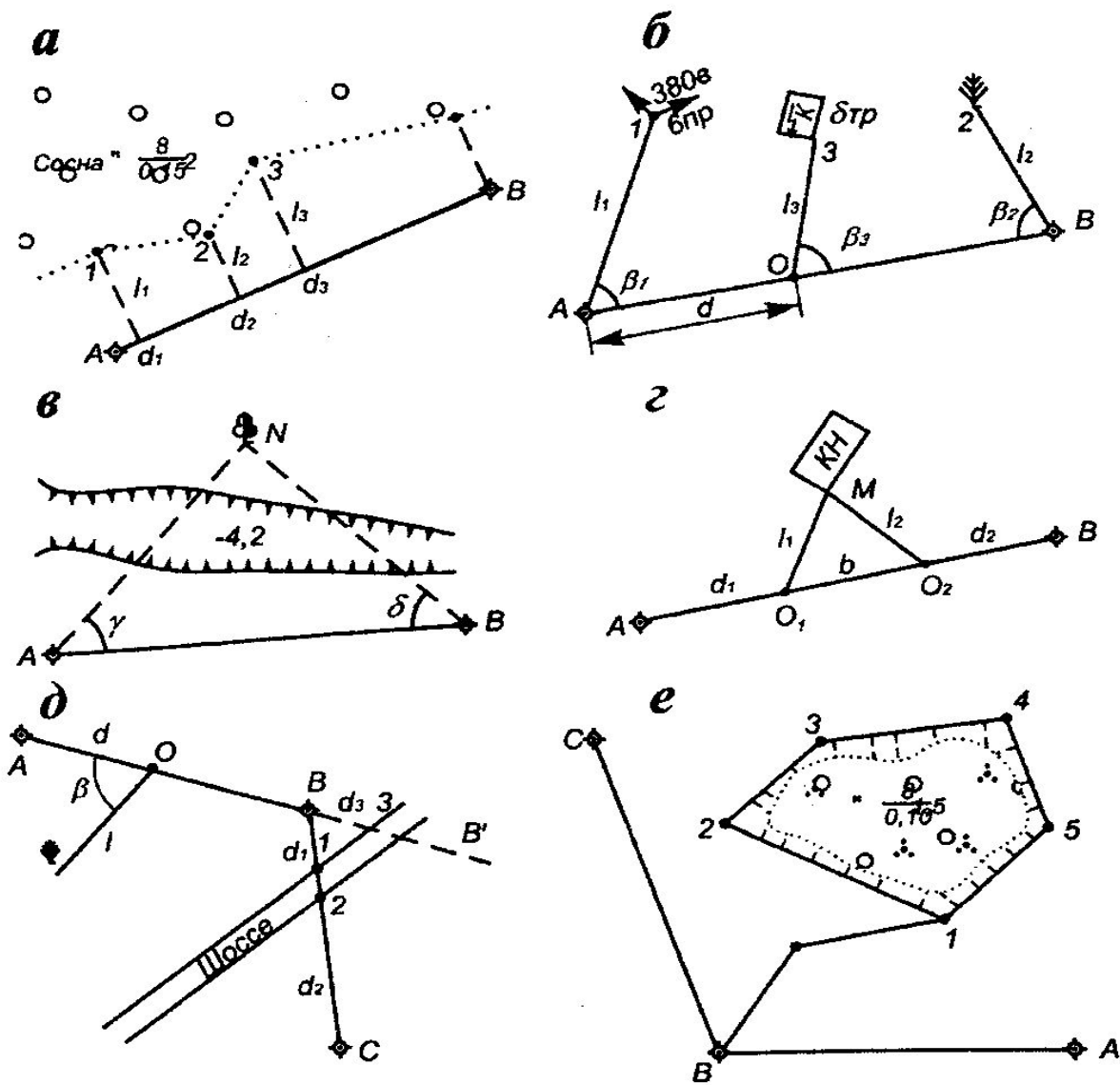


Рис. 78. Способы съемки ситуации:

а — перпендикуляров; б — полярных координат; в — угловых засечек;  
 г — линейных засечек; д — створов; е — обхода

# Камеральные работы при теодолитной съемке

Камеральные работы при теодолитной съемке состоят из вычислений и графических построений. В результате вычислений определяют плановые координаты вершин теодолитных ходов; конечной целью графических построений является получение ситуационного плана местности.

Измеренные углы и длины сторон теодолитных ходов содержат неизбежные случайные погрешности, накопление которых приводит к возникновению так называемых невязок.

**Невязками** называются разности между измеренными либо вычисленными результатами и их теоретическими значениями.

В зависимости от требуемой точности величины фактических невязок не должны превышать определенных величин. При обработке результатов измерений возникшие невязки должны быть определенным образом распределены между измеренными (вычисленными) величинами.

Процесс распределения невязок и вычисления исправленных значений величин называется **увязкой** или **уравниванием** результатов измерений. После уравнивания обычно проводится оценка точности полученных результатов.

Вычислительные работы по определению координат вершин теодолитного хода включают в себя:

- 1) обработку угловых измерений и вычисление дирекционных углов сторон;
- 2) вычисление горизонтальных проложений сторон;
- 3) вычисление приращений координат и координат вершин хода.

Все вычисления ведутся в специальной ведомости.

Вычислительные работы для замкнутых и разомкнутых (диагональных) ходов имеют свою специфику.

- Обработка материалов теодолитной съемки начинается с определения угловой невязки и ее распределения. Для проверки точности измеренных углов нужно вычислить величину угловой невязки:

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{\text{пр}} - \Sigma \beta_{\text{теор}},$$

где  $\Sigma \beta_{\text{пр}}$  - сумма измеренных внутренних углов;

$\Sigma \beta_{\text{теор}}$  - теоретическая сумма внутренних углов многоугольника, определяется по формуле:

$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ}(n-2)$$

Здесь  $n$  - число углов в многоугольнике.

Предельно допустимое значение угловой невязки определяется по формуле:

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm (2...3) t \sqrt{n};$$

где  $t$  - точность теодолита.

При применении теодолита  $T - 30$  формула принимает вид:

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 1,5' \sqrt{n}$$

- Вычисление дирекционных углов и румбов.

Дирекционные углы сторон теодолитного хода вычисляют по формуле:

$$\alpha_{(n) - (n+1)} = \alpha_{(n-1) - (n)} + 180^0 - \beta_n;$$

где  $\alpha_{(n) - (n+1)}$  - дирекционный угол последующей линии;

$\alpha_{(n-1) - (n)}$  - дирекционный угол предыдущей стороны;

$\beta_n$  - исправленный угол, лежащий вправо по ходу между стороной с известным дирекционным углом  $\alpha_{(n-1) - (n)}$  и следующей стороной  $\alpha_{(n) - (n+1)}$ .

Например, если известен  $\alpha_{1-2}$ , то  $\alpha_{2-3}$  можно получить по формуле:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^0 - \beta_2;$$

Контролем вычислений для замкнутого полигона является получение в конце расчета дирекционного угла стороны  $\alpha_{1-2}$ , т. е.

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{(k)-1} + 180^0 - \beta_1;$$

где  $\alpha_{(k)-1}$  - дирекционный угол стороны, соединяющий конечную и первую точки замкнутого полигона.

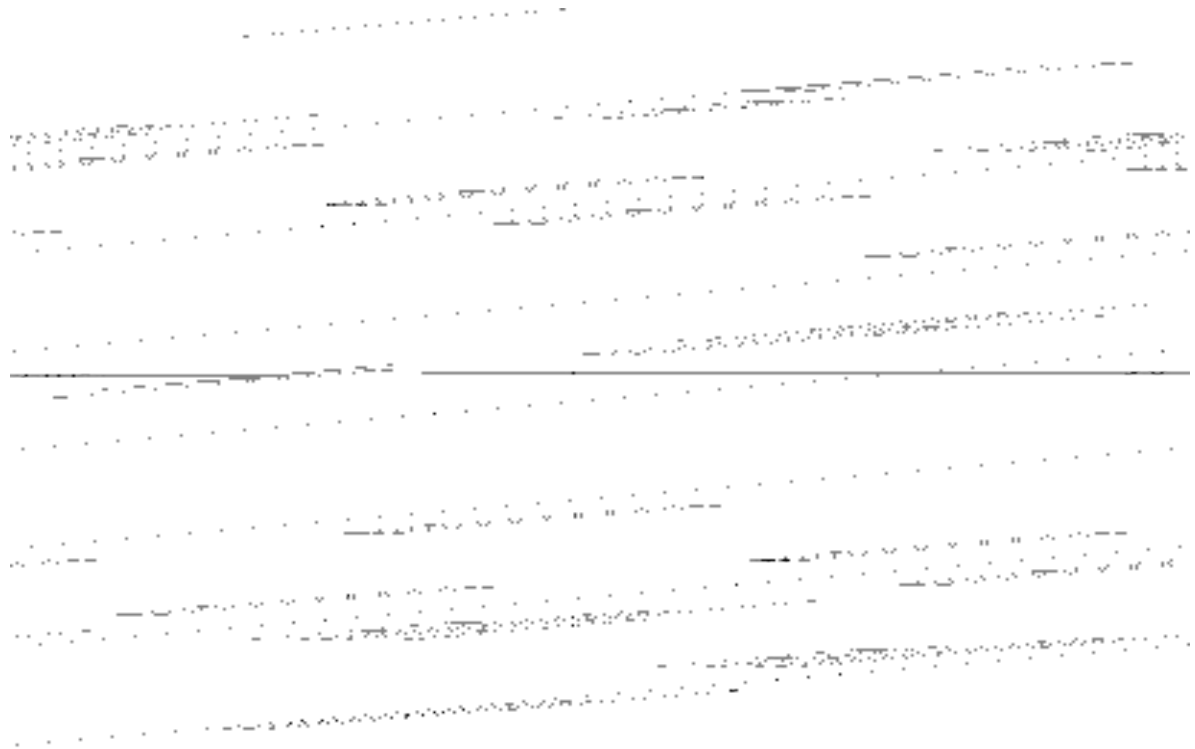


Рисунок 3. Значение румбов



$$\begin{aligned} X_{n+1} &= X_n + \Delta X_{(n)-(n-1)}, \\ Y_{n+1} &= Y_n + \Delta Y_{(n)-(n-1)}, \end{aligned}$$

где  $X_n, Y_n$  - координаты предыдущей точки

$X_{n+1}, Y_{n+1}$  - координаты последующей точки хода.

Теоретическая сумма углов диагонального хода определяется по формуле:

$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = \alpha_n - \alpha_k + 180^\circ \cdot n;$$

где  $\alpha_n$  и  $\alpha_k$  - соответственно начальный и конечный дирекционные углы;

$n$  - число измеренных углов.

2. Теоретическую сумму приращений вычисляют по следующим формулам:

$$\Sigma \Delta X_{\text{теор}} = X_K - X_H,$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{теор}} = Y_K - Y_H.$$

где  $X_H, Y_H$  и  $X_K, Y_K$  - координаты начальной и конечной точек соответственно.

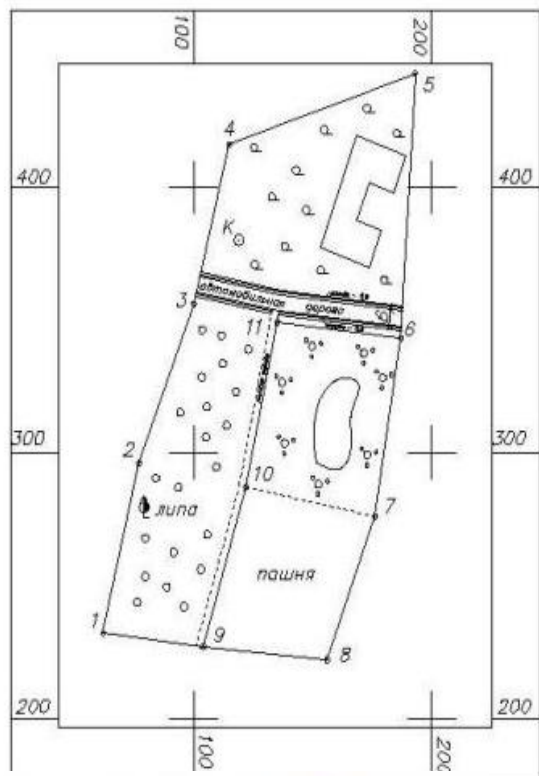
3. Невязки приращений координат определяют по формулам:

$$\begin{aligned} f_x &= \Sigma \Delta X_{\text{выч}} - \Sigma \Delta X_{\text{теор}}, \\ f_y &= \Sigma \Delta Y_{\text{выч}} - \Sigma \Delta Y_{\text{теор}}. \end{aligned}$$

# Построение координатной сетки.

Для составления плана сначала необходимо построить координатную сетку, к точности которой предъявляются высокие требования. Сетка строится в виде системы квадратов. Такую сетку чаще всего строят при помощи координатной линейки Ф.В. Дробышева. Если ее нет, то построение может быть обычной линейкой. Сначала через лист бумаги проводят две диагонали и от точки их пересечения откладывают измерителем по направлению к каждой вершине листа одинаковые отрезки. Полученные точки на диагоналях соединяют и получают прямоугольник.

ПЛАН ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ



**Спасибо за внимание.**