

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
«КОЛЛЕДЖ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОП.04 ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ**

по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация  
зданий и сооружений

Квалификация - техник

Москва, 2024

Методические указания для практических работ по ОП. 04 Основы геодезии составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к подготовке выпуска для получения квалификации техник. Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

## Пояснительная записка

ОП.04 «Основы геодезии» является обще-профессиональной в подготовке специалистов, знания предмета являются основой для изучения и усвоения таких дисциплин, как «Проектирование зданий и сооружений», «Основы инженерной геологии».

Особенностью обучения геодезии является неразрывная связь теории и практики по привитию студентам навыков в работе с геодезическими приборами при производстве полевых геодезических измерений, а также в камеральном выполнении математической и графической обработки результатов полевых измерений.

Перед началом выполнения каждой работы студенты должны ознакомиться с ее основными положениями, подготовкой образцов к испытанию, порядком выполнения работы. После выполнения практической работы необходимо произвести обработку результатов испытаний и сделать необходимые выводы.

В соответствии с ФГОС СПО студенты должны:

*уметь:*

- читать ситуации на планах и картах;
- определять положение линий на местности;
- решать задачи на масштабы;
- решать прямую и обратную геодезическую задачу;
- выносить на строительную площадку элементы стройгенплана;
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;
- проводить камеральные работы по окончании теодолитной съемки и геометрического нивелирования.

*знать:*

- основные понятия и термины, используемые в геодезии;
- назначение опорных геодезических сетей;
- масштабы, условные топографические знаки, точность масштаба;
- систему плоских прямоугольных координат;
- приборы и инструменты для измерений:
- линий, углов и определения превышений;
- виды геодезических измерений.

## Практическая работа № 1

### Тема: Решение задач на масштабы

**Цель работы:** научить студентов выполнять сравнения масштабов, приводить их в линейный вид, определять их точность.

### Ход работы

#### Задача 1.1

Выполнить сравнения численных масштабов, перевести их в линейный (пояснительный), определить их точность по исходным данным.

Исходные данные:

Численные масштабы 1:250; 1:2000; 1:10000.

**Решение:**

1. При сравнении численных масштабов больший знаменатель делят на меньший.

$2000:250 = 8$ , следовательно, масштаб 1:250 крупнее масштаба 1:2000 в восемь раз.

$10000:250 = 40$ , следовательно, масштаб 1:250 крупнее масштаба 1:10000 в сорок раз.

$10000:2000 = 5$ , следовательно, масштаб 1:2000 крупнее масштаба 1:10000 в пять раз.

2. Для перевода численного масштаба в линейный необходимо от сантиметров в знаменателе перейти к метрам.

М 1:250      в 1 см – 250 см;

т.к. 250 см = 2,5 м, то именованный масштаб: в 1 см – 2,5 м.

М 1:2000     в 1 см – 2000 см;

т.к. 2000 см = 20 м, то именованный масштаб: в 1 см – 20 м.

М 1:10000    в 1 см – 10000 см;

т.к. 10000 см = 100 м, то именованный масштаб: в 1 см – 100

м.

3. Определить точность масштабов:

Точность ( $\tau$ ) масштаба – это длина горизонтального проложения линии на местности, соответствующая расстоянию 0,1 мм на плане. Т.к. 0,1 мм ==  $10^{-4}$  м, то:

для М 1:250       $\tau_{1:250} = 250 / 10^4 = 250 / 10000 = 0,025$  м

для М 1:2000      $\tau_{1:2000} = 2000 / 10^4 = 2000 / 10000 = 0,2$  м

для М 1:10000     $\tau_{1:10000} = 10000 / 10^4 = 10000 / 10000 = 1$  м

#### Задача 1.2.

Определить длину линии на местности по измеренному расстоянию на плане равному 4,6 см масштаба 1:5000.

**Решение:**

Длину линии на местности определяем по формуле:

$$S = s \times M,$$

где  $s = 4,6$  см  
 $M = 5000$   
 $S = 4,6 \times 5000 = 23000$  см = 230 м.

### Задача 1.3.

Горизонтальное проложение линии местности равно 1167 м. Определить чему будет равна длина этой линии на карте следующих масштабов: 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000.

#### Решение:

Используя формулу  $s = S / M$ , где  $S = 1167$  м найдем длину линии на карте следующих масштабов:

- 1)  $M$  1:10000  $s = 1167 / 10000 = 0,1167$  м = 11,67 см.
- 2)  $M$  1:25000  $s = 1167 / 25000 = 0,04668$  м = 4,67 см.
- 3)  $M$  1:50000  $s = 1167 / 50000 = 0,02334$  м = 2,33 см.
- 4)  $M$  1:100000  $s = 1167 / 100000 = 0,01167$  м = 1,17 см.

### Задача 1.4.

Можно ли дорогу шириной  $B$  (м) изобразить двумя линиями на картах указанных масштабов?

А) Исходные данные:  $B = 3,5$  м;  $M$  1:10000.

#### Решение:

Точность заданного масштаба  $\tau_{1:10000} = 1$  м – это минимальное расстояние, различимое глазом на карте. Так как  $B = 3,5$  м  $>$   $\tau_{1:10000} = 1$  м, то дорогу на карте можно изобразить двумя линиями.

Вывод: на карте  $M$  1:10000 дорогу шириной 3,5 м можно изобразить двумя линиями.

Б) Исходные данные:  $B = 3,5$  м;  $M$  1:100000.

#### Решение:

Так как  $B$  3,5 м  $<$   $\tau_{1:100000} = 10$  м, то дорогу нельзя изобразить двумя линиями.

Вывод: нельзя изобразить дорогу двумя линиями при  $M$  1:100000 шириной 3,5 м.

### Задача 1.5.

Масштаб карты 1:50000, можно ли изобразить на ней в масштабе строение в размере  $4 \times 4$  м.

#### Решение:

Определим точность данного масштаба:

$$\tau_{1:50000} = 50000 / 10000 = 5 \text{ м.}$$

Следовательно строение в данном масштабе изобразить невозможно.

### Задача 1.6.

При помощи нормального поперечного масштаба отложить на картах масштабов: 1:5000; 1:10000; 1:25000 горизонтальные проекции линии местности длиной:

- 1) 437,5 м
- 2) 318,7 м
- 3) 564,0 м

**Решение:**

		318,7	(1:5000)		
		437,5	(1:5000)		
	318,7	(1:10000)		564,0	(1:5000)
	437,5	(1:10000)			
	318,7 (1:25000)	564,0	(1:10000)		
	437,5 (1:25000)				
	564,0 (1:25000)				

М 1:5000	100	0	100	200	300
400	500	600			
М 1:10000	200	0	200	400	600
800	1000	1200			
М 1:25000	500	0	500	1000	1500
2000	2500	3000			

	основание	деление	шаг
М 1:5000	100 м	10 м	1 м
М 1:10000	200 м	20 м	2 м
М 1:25000	500 м	50 м	5 м

**Выводы:**

## Практическая работа № 2

### Тема: Топографическая карта и план.

**Цель:** Научиться измерять и откладывать расстояния на планах и картах.

### Ход работы:

**Инструменты и принадлежности:** учебная топографическая карта, готовальня, треугольник, линейка, чертежная и писчая бумага формата А4.

План и карта – это уменьшенное изображение земной поверхности на плоскости. Различие между ними состоит в том, что при составлении карты проецирование производят с искажениями поверхности за счет влияния кривизны Земли, на плане изображение получают практически без искажения. На топографических картах и планах изображают различные объекты местности: контуры населенных пунктов, сады, огороды, озера, реки, линии дорог и электропередач. Совокупность этих объектов называется ситуацией. Ситуацию изображают условными знаками.

Рельефом местности называется совокупность неровностей земной поверхности. Способ изображения рельефа на картах и планах должен давать возможность судить о направлении и крутизне скатов, а также определять отметки точек местности. Наиболее совершенный, с инженерной точки зрения, способ изображения рельефа горизонталями, в сочетании с подписью отметок характерных точек. Горизонталь – это линия на карте, соединяющая точки с равными высотами.

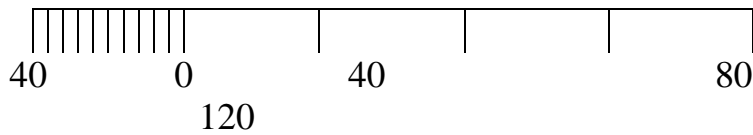
Масштаб – это отношение длины линии на чертеже, плане, карте ( $s$ ) к длине горизонтального проложения соответствующей линии в натуре ( $S$ ). Масштаб обозначают либо дробью (числовой), либо в виде графического изображения. Числовой масштаб  $\frac{1}{M}$  обозначаемый или  $1:M$  представляет собой правильную дробь у которой числитель равен единице, а знаменатель  $M$  показывает во сколько раз уменьшены линии местности, при изображении их на плане. Чем больше знаменатель числового масштаба, тем больше степень уменьшения, то есть тем мельче масштаб. Из двух числовых масштабов более  $\frac{1}{M}$  крупный тот, знаменатель которого меньше. Используя значения или  $\frac{1}{M}$   $1:M$  числового масштаба и зная длину ( $S$ ) проложения линии на местности, можно по формуле  $s = S/M$  определить ее длину на плане, или по формуле  $S = s \times M$  определить длину линии на местности зная длину этого отрезка на плане. Графически масштабы бывают линейные и поперечные. Линейный масштаб представляет собой шкалу с делениями соответствующими данному числовому масштабу.

Для построения линейного масштаба на прямой линии откладывают несколько раз расстояние называемое основанием масштаба. Длину основания принимают равной 1; 2 или 2,5 см. Первые основания делят на десять равных частей и на правом конце его пишут нуль, а на левом то число метров или километров, которому на местности соответствует в данном масштабе основание. Вправо от нуля, над каждым делением надписывают значение соответствующих расстояний на местности.

Пример:

$M 1:2000$  (в 1 см – 20 м)



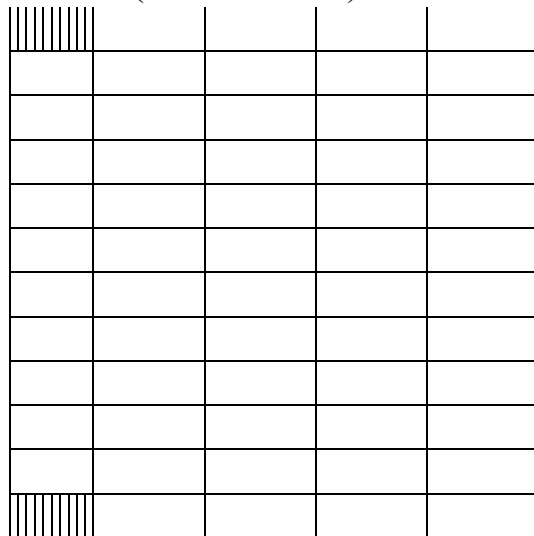


Цена  $\frac{1}{10}$  деления: основания масштаба.

Поперечный масштаб применяют для измерений и построений повышенной точности.

Пример:

М 1:5000 (в 1 см – 50 м)



основание 100 м

м  $\frac{1}{10}$  деление основания = 10

$\frac{1}{10}$  шаг основания  $\frac{1}{100}$  деления =

в таблице 318 м

100 0 100 200  
300 400

Точность масштаба характеризуется горизонтальным

расстоянием на местности соответствующем на плане 0,1 мм.

Пример:

М 1:10000

в 1 см – 10000 см

в 1 мм – 10000 мм

в 0,1 мм – 1000 мм = 100 см = 1 м

Выводы:

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

#### Тема: Чтение рельефа по плану (карте)

**Цель работы:** научить студентов читать рельеф по топографическим картам и планам.

#### Ход работы

##### Исходные данные:

- топографическая карта М 1:10000
- задание



## Задание

1. Перечислить основные формы рельефа и объекты местности в квадратах с точками **М** и **К**

формы рельефа: гора, вершина, лощина, седловина

объект местности: п. Осинки, сад, кустарники, луг

2. Определить:

2.1. географические координаты точек **М** и **К**: **М** ( $\varphi = 58^{\circ}00'24''$  с.ш.  $\lambda = 62^{\circ}56'27''$  в.д.), **К** ( $\varphi = 58^{\circ}00'35''$  с.ш.  $\lambda = 162^{\circ}57'35''$  в.д.)

2.2. прямоугольные координаты точек **М** и **К**: **М** ( $\Delta y = 140$  м;  $\Delta x = 100$  м), **К** ( $\Delta y = 620$  м;  $\Delta x = 470$  м).  $y_M = 11496140$  м;  $x_M = 6432100$  м;  $y_K = 11497620$  м;  $x_K = 6432470$  м.

2.3. горизонтальное проложение расстояния **МК** ( $d_{MK}$ ) с помощью поперечного масштаба: 1200 м

2.4. абсолютные отметки точек **М** и **К**: **М** = 144, **К** = 152,1

2.5. дирекционный угол  $\alpha_{MK}$  линии **МК**:  $75^{\circ}10'00''$

2.6. истинный азимут  $A_{и}$  линии **МК**:  $75^{\circ}08'00''$

2.7. магнитный азимут  $A_{м}$  линии **МК**:  $63^{\circ}16'00''$

2.8. румб  $r_{MK}$  линии **МК**:  $75^{\circ}10'00''$  СВ

2.9. превышение  $h_{MK}$  между точками **М** и **К**:  $H_{MK} = -8,1$

2.10. построить профиль местности по линии **МК** ( $M_r 1:10000$ ;  $M_b 1:1000$ )

2.11. определить наибольшую и наименьшую крутизну ската по линии **МК** с помощью масштаба заложений:  $1^{\circ}53'$  - наименьшая крутизна,  $4^{\circ}$  - наибольшая крутизна

2.12. между точками **М** и **К** запроектировать линию с уклоном не более 2 %

Определить географические координаты точек **М** и **К**.

1. Для определения географических координат, через данную проводим линии, параллельные горизонтальной и вертикальной сторонам географической сетки до пересечения с рамкой и снимаем значения широты и долготы.

$$\varphi_M = \varphi_0 + \Delta\varphi \quad \lambda_M = \lambda_0 + \Delta\lambda$$

2. Определить координаты точки **М** в зональной системе координат и расстояние от точки до осевого меридиана, а также координаты точки **К**.

Из данной точки опускаем перпендикуляры на ближайшие линии километровой сетки и определяем координаты по формуле:

$$x_M = x_0 + \Delta x \quad y_M = y_0 + \Delta y$$

Расстояние от точки осевого меридиана определяется по формуле:

$$S = y_M - y_{ос}$$

3. Определить по карте и доказать расчетами, в какой зоне расположена точка **М**. Определить долготу осевого меридиана этой зоны.

4. Подтвердить расчетами правильность номенклатуры учебной карты в многолистовой карте, указать границы листа на многолистовой карте М 1:1000000.

5. Определить расчетами угол сближения меридианов в точке М. сопоставить с данными карты.

Сближение меридианов рассчитывается по формулам:

$$\gamma'_M = (\lambda_M - \lambda_0) \times \sin \varphi_M$$

$$\gamma_M = 0,54 \times S \times \operatorname{tg} \lambda_M,$$

где  $\gamma_M$  – сближение меридианов в точке М

$\lambda_M$  – долгота в точке М

$\lambda_0$  – долгота осевого меридиана

$\varphi_M$  – широта в точке М

$S$  – расстояние от точки М до осевого меридиана.

6. Провести через точку М линию осевого меридиана, истинный и магнитный меридианы.

7. Определить по карте дирекционный угол линии МК и истинный азимут ( $A_{и}$ ). Проверить формулой значение ( $A_{и}$ ), произвести расчет по формулам обратного дирекционного угла и истинного азимута, магнитный азимут прямой ( $A_M$ ) и обратный, истинный румб прямой ( $r_{и}$ ) и абсолютный линии МК и в точке М.

8. Определить абсолютные отметки точек М и К, Q и Z и превышение между ними.

9. Определить расстояние между точками М и К на местности, а также на плане, проверив результат расчетами.

10. Определить уклон линии QZ и направление ската. Определить наибольшую и наименьшую крутизну. Проверить по масштабу заложения.

Уклон линии между двумя точками определяется как отношение превышения между этими точками к расстоянию между ними. Чтобы определить наибольшую величину ската надо выбрать наименьшее расстояние между двумя горизонталями по линии, проведенной между двумя точками. Затем величину 2,5 м разделить на это расстояние. Чтобы определить наименьшую величину ската, необходимо измерить наибольшее расстояние между горизонталями и 2,5 м разделить на это расстояние. Уклон линии является тангенсом угла ската. Зная величину  $\operatorname{tg} \nu$  можно найти угол наклона ската.

### Формулы:

Прямоугольные координаты:

$$y = y_0 + \Delta y$$

$$x = x_0 + \Delta x$$

Истинный азимут:

$$A_{и} = \alpha - 0^\circ 02'$$

Магнитный азимут:

$$A_M = A_{и} - 11^{\circ}52'$$

Румб:

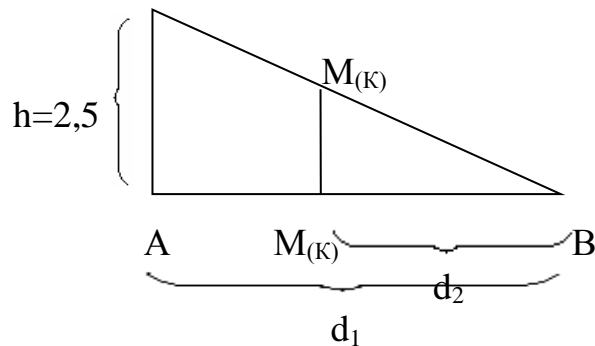
$$\Gamma_{MK} = \alpha_{MK}$$

Превышение  $h_{MK}$ :

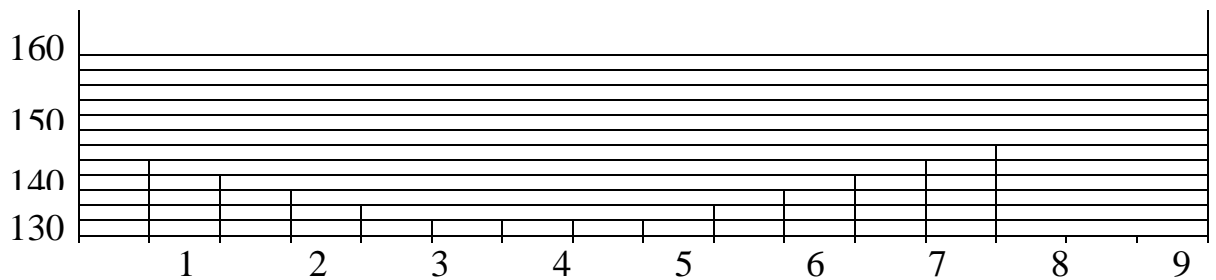
$$h_{MK} = M_M - M_K$$

Абсолютные отметки:

$$\frac{h}{\alpha_1} = \frac{h_{M(K)}}{\alpha_2} \Rightarrow h_{M(K)} = \frac{hd_2}{d_1}$$



2.10. Построить профиль местности по линии  $MK$  ( $M_B$  1:1000  $M_2$  1:10000)

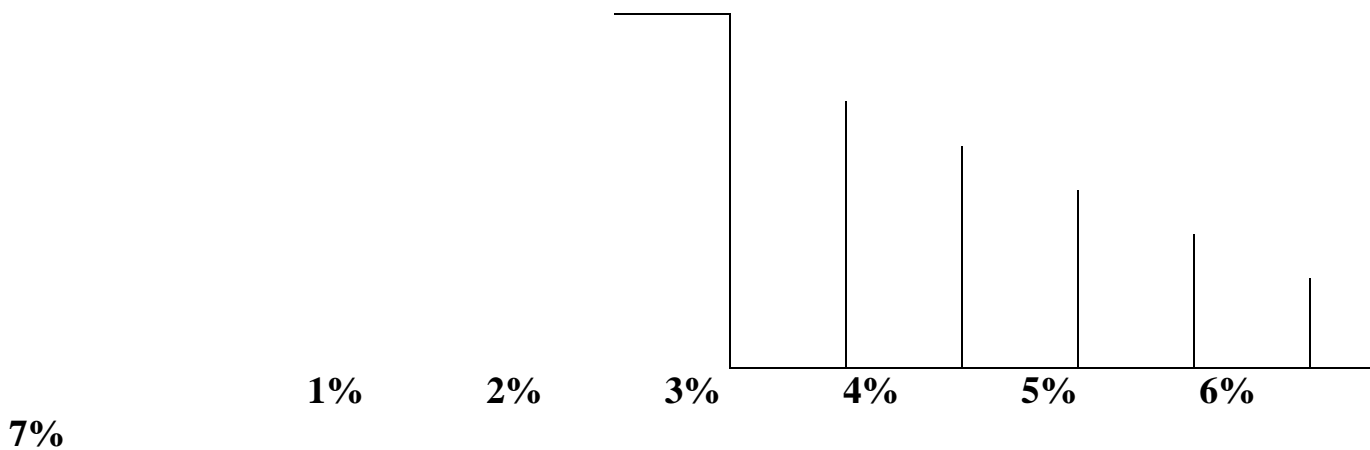


Построить масштаб заложений в процентах:

$$d = \frac{h}{i}$$

d, м





Выводы:

### Практическая работа № 5

**Тема: Определение прямоугольных координат нескольких точек, заданных на карте (начальных и конечных точек линий).**

**Цель работы:** научить студентов вычислять длины линий и дирекционных углов

#### Ход работы

Что называется дирекционным углом местности? Формулы для перехода от азимутов линии к дирекционному углу. Показать на схеме.

Дирекционным углом местности называется горизонтальный угол отсчитываемый от северного направления осевого меридиана (от северного направления осевого меридиана или линии ей параллельной по ходу часовой стрелки до направления данной линии).

Дирекционный угол одной и той же линии в разных ее точках будут одинаковы. Дирекционный угол измеряется от «0° до 360°». Между азимутами и дирекционными углами существует следующая связь:

$$A_2 = \alpha + \gamma \quad \alpha = A_M + S - \gamma \quad \alpha = A - \gamma$$

Переход от магнитного азимута к истинному:  $A = A_M + S$

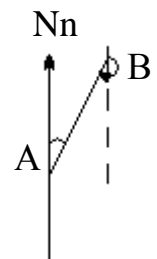
#### Задача № 2.4

Истинный азимут линии  $AB = 9^\circ 09'$ . Определить азимут обратного направления  $BA$  и построить соответствующую схему, если угол сближения меридианов  $\gamma_3 = 3^\circ 07'$

**Решение:**

$$A' = A + 180 + \gamma = 9^\circ 09' + 180^\circ - \gamma_3$$

$$9^\circ 09' + 180^\circ - 3^\circ 07' = 186^\circ 02'$$



#### Задача № 2.5

Для линии АВ определить румб обратного направления линии ВАи в точке А. Вычертить соответствующую схему.

**Решение:**

В I четверти  $A = r$

$r = CB = 9^{\circ}09'$

$r' = r - \gamma_3 = 9^{\circ}09' - 3^{\circ}07' = 6^{\circ}02'$

$\text{ЮЗ} = 6^{\circ}02'$



### Задача № 2.6

Румб линии АВ (ЮЗ) =  $3^{\circ}09'$  перевести в азимут и составить схему.

**Решение:**

$A_{AB} = r_{AB} + 180^{\circ} = 3^{\circ}09' + 180^{\circ} = 183^{\circ}09'$



### Задача № 2.7

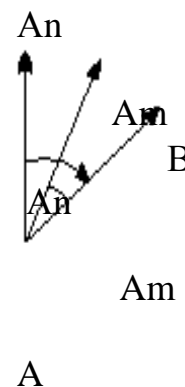
Определить истинный азимут, если магнитный азимут  $A_m = 9^{\circ}07'$ , а склонение магнитной стрелки  $\delta_B = 3^{\circ}03'$

**Решение:**

$N_m$

$A_{и} = A_m + \delta$

$A_{и} = 9^{\circ}07' + 3^{\circ}03' = 12^{\circ}10'$



### Задача № 2.8

Определить склонение магнитной стрелки, если магнитный азимут линии  $A_m = 3^{\circ}09'$ , а истинный азимут  $A_{и} = 6^{\circ}07'$

**Решение:**

$A_{и} - A_m = \delta$

$6^{\circ}07' - 3^{\circ}09' = 2^{\circ}58'$

$\delta_B = 2^{\circ}58'$

**Лист 5**

### Задача № 2.9

Определить дирекционный угол линии, если магнитный азимут  $A_m = 9^{\circ}09'$ , склонение магнитной стрелки  $\delta = 3^{\circ}03'$ , а угол сближения меридианов  $\gamma = 3^{\circ}03'$

**Решение:**

$$\alpha = A_M + (-\delta - \gamma) = A_M - (\delta + \gamma)$$
$$9^{\circ}09' - (3^{\circ}03' + 3^{\circ}03') = 9^{\circ}09' - 6^{\circ}06' = 3^{\circ}03'$$

**Задача № 2.10**

Определить поправку «П» для ориентирования карты, если угол сближения меридианов и угол отклонения магнитной стрелки  $\gamma_z = 2^{\circ}30'$ ,  $\delta_b = 6^{\circ}15'$

**Решение:**

$$П = \delta - \gamma$$
$$П = 6^{\circ}15' + 2^{\circ}30' = 8^{\circ}45'$$

Выводы:

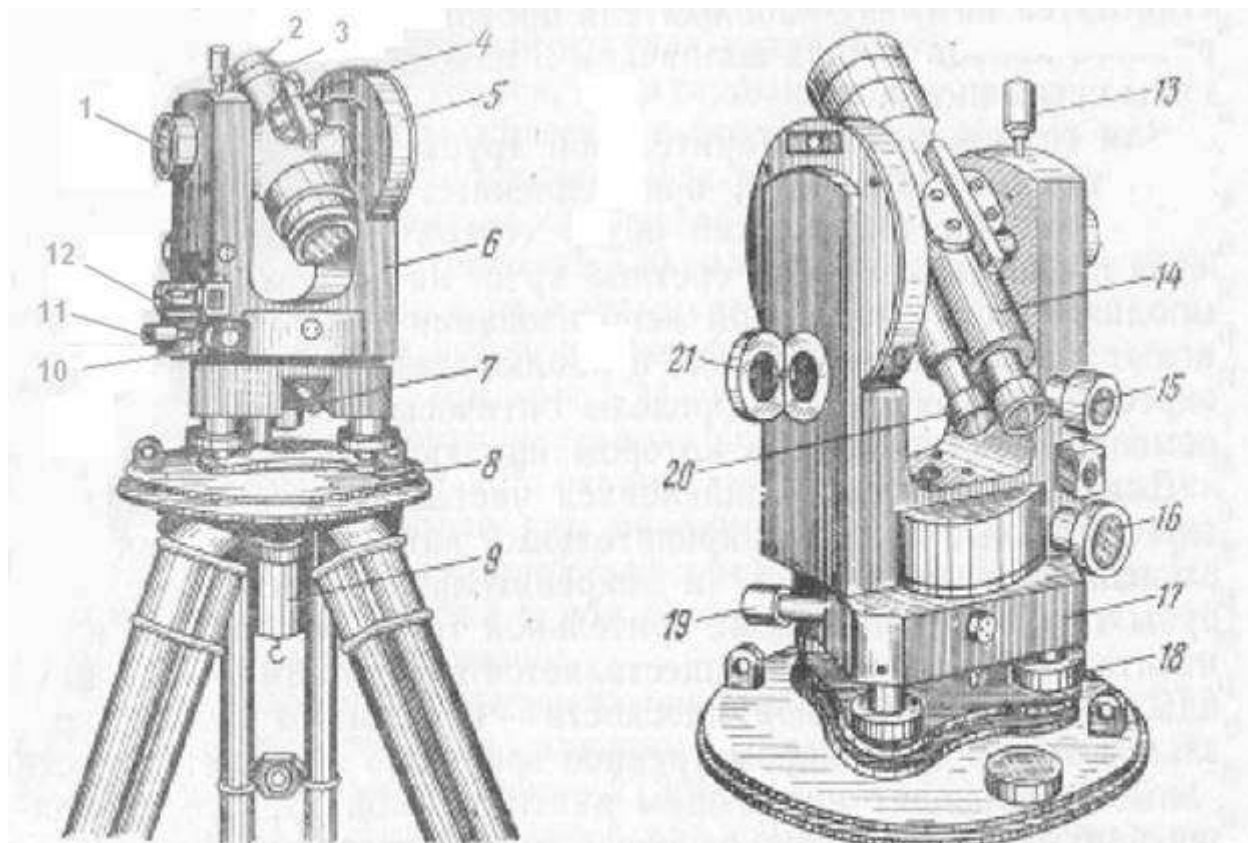
**Лабораторная работа №1.**

**Тема: Изучение теодолита**

**Цель работы:** изучить устройство, поверки теодолита Т-30, принципы и порядок измерения горизонтальных и вертикальных углов при помощи теодолита.

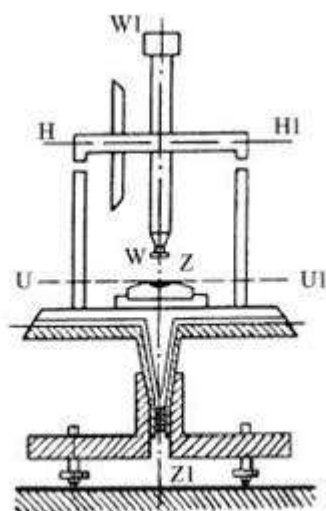
**Ход работы:**

Устройство теодолита Т-30:



1 — кремальера; 2 — диоптрийное кольцо; 3 — колпачок, под которым расположены исправительные винты сетки нитей; 4 — оптический визир; 5 — вертикальный круг; 6 — колонка; 7 — закрепительный винт лимба; 8 — основание футляра; 9 — становой винт; 10 — исправительные винты уровня; 11 — закрепительный винт алидады; 12 — уровень; 13 — закрепительный винт зрительной трубы; 14 — зрительная труба; 15 — наводящий винт зрительной трубы; 16 — наводящий винт алидады; 17 — подставка; 18 — подъемные винты; 19 — наводящий винт лимба; 20 — окуляр микроскопа; 21 — зеркало

Схема осей теодолита 2Т-30:

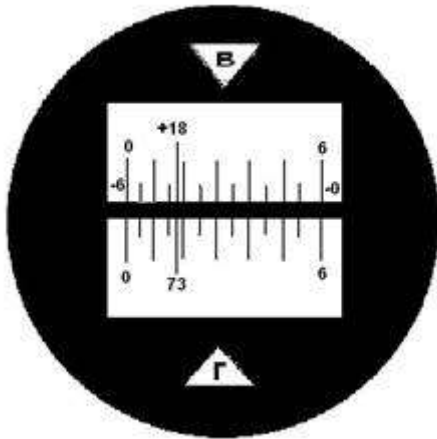


$ZZ_1$  — ось вращения теодолита.  
 $UU_1$  — ось цилиндрического уровня.  
 $WW_1$  — визирная ось зрительной трубы.  
 $HH_1$  — ось вращения зрительной трубы.

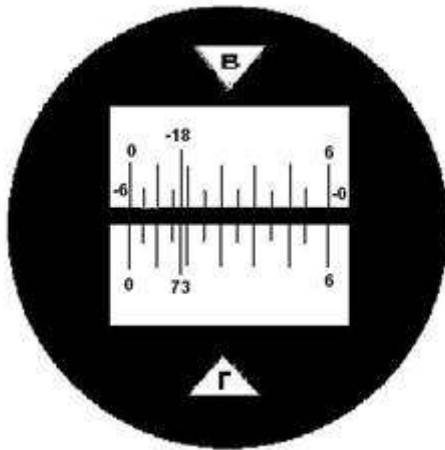
Примеры отсчётных устройств теодолитов: 1) 2Т-30, 2) Т-30.

1.

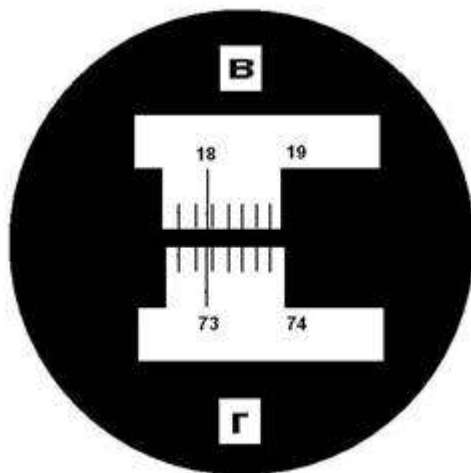
а)  $73^{\circ}18'$  (Г),  $+18^{\circ}18'$  (В).



б)  $73^{\circ}18'$  (Г),  $-18^{\circ}18'$  (В).



2)  $73^{\circ}18'$  (Г),  $18^{\circ}18'$  (В).



Проверки теодолита:

**1.Проверка цилиндрического уровня.** Ось цилиндрического уровня  $UU_1$  алидады горизонтального круга должна быть перпендикулярна к основной оси теодолита  $ZZ_1$ . Выполняется следующим образом: цилиндрический уровень устанавливается параллельно каким-либо двум подъёмным винтам



и, вращая их в разные стороны, пузырёк уровня приводят в нуль-пункт. После этого теодолит поворачивается на  $180^\circ$ . При этом пузырёк должен оказаться в нуль-пункте или отклониться от него на 1-1,5 деления уровня, если более, то выполняется юстировка. При выполнении поверки пузырёк отклонился на 0,5 деления уровня, значит условие выполнено.

**2. Поверка положения сетки нитей.** Вертикальная нить сетки нитей должна находиться в коллимационной плоскости трубы. Поверку выполняют, совмещая изображение биссектора вертикальной нити с изображением нити отвеса, подвешенного на расстоянии не менее 10м. от теодолита. Смещение изображения нити отвеса допускается на треть величины биссектора для технических теодолитов, если более чем на треть, то выполняется юстировка. При выполнении поверки смещение изображения нити отвеса произошло на пятую часть величины биссектора, значит условия поверки выполнены.

**3. Определение и устранение коллимационной ошибки.** Визирная ось  $WW_1$  должна быть перпендикулярна к оси вращения трубы  $NN_1$ . Поверка выполняется следующим образом. Ось вращения теодолита приводят в отвесное положение. Наводят на удалённую, отчётливо видимую точку, расположенную примерно на одном уровне с осью вращения трубы, берут отсчёт по горизонтальному кругу  $KL_2$  затем наводят на другую точку и берут отсчёт по горизонтальному кругу  $KL_5$  (КЛ – круг лево). Затем открепляют закрепительный винт лимба, поворачивают теодолит примерно на  $180^\circ$ , вновь наводят на те же точки при  $KP_2$  и  $KP_5$ . (КП – круг право). Величины коллимационной погрешности вычисляется по формуле:

$c = ((KL_2 - KP_2 \pm 180^\circ) + (KL_5 - KP_5 \pm 180^\circ)) / 4$ , или используется сокращённая формула :

$$c = (KL - KP + 180) / 2$$

Если  $c$  не превышает двойной точности отсчётного устройства прибора, то условие выполнено. При выполнении поверки коллимационная погрешность составила 2,5', что превышает двойную точность отсчётного прибора (теодолит 2Т30), требуется провести юстировку.

**4. Поверка перпендикулярности оси вращения зрительной трубы к основной оси вращения теодолита.** Ось вращения зрительной трубы  $NN_1$  должна быть перпендикулярна к основной оси теодолита  $ZZ_1$ . Поверка выполняется следующим образом. Теодолит устанавливается 2-3 м. от стены здания, наводят центр сетки на высоко расположенную точку. Опустив трубу до горизонтального положения, отмечают проекцию сетки нитей на стене. Переведя трубу через зенит, аналогично получают вторую проекцию точки. Если обе точки находятся в пределах 0,5 биссектора, условие поверки выполнено, если нет – юстировка производится на заводе-изготовителе, или специальной мастерской. При выполнении поверки проекции обеих точек находились в одной точке, значит условие поверки выполнено.

**5. Определение места нуля вертикального круга.** Место нуля должно равняться нулю или быть близкой к нему величиной. Место нуля должно

быть постоянным. Место нуля (МО) – отсчёт по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной трубы. Место нуля определяется следующим образом. При двух положениях вертикального круга берут отсчёты на точку, предварительно приведя пузырёк уровня горизонтального круга в нуль-пункт. МО теодолита 2Т30 определяется по формуле:  $МО = 0,5(KЛ^B + КП^B)$ . Для теодолита Е30 по формуле:  $МО = (KЛ^B + КП^B + 180^\circ)$ . При вычислении МО к отсчётам, меньшим  $90^\circ$  прибавляют  $360^\circ$ . МО определяют несколько раз, наблюдая на различные точки местности и следят за его постоянством. Колебание МО для теодолита 2Т30 не должно превышать  $1,5'$ . При выполнении поверки значение  $МО_{ср}$  составило  $1'$ , условие поверки выполнено.

**Ведомость измерения горизонтальных и вертикальных углов способом приёмов.**

Выводы:

### Лабораторная работа №2.

**Тема: Измерение горизонтальных и вертикальных углов.**

**Цель работы:** научить студентов измерять горизонтальный и вертикальный углы.

**Ход работы:**

Задача № 1. Основываясь на принципе измерения горизонтального угла, покажите измеряемый угол и напишите формулу для его вычисления. Дайте определения величин  $a_1, a_2$ :

= -----

$a_1$  = -----

$a_2$  = -----

Задача № 2. Измерьте заданный преподавателем горизонтальный угол полным приемом и запишите результаты измерений в журнал.

Журнал измерений горизонтальных углов  
 Теодолит                      №                                      Дата  
 Наблюдал                                                              Погода  
 Записывал

№ точек стояния	№ точек наблюдений	Отсчет по лимбу горизонтального круга		Значение углов из полуприемов		Среднее значение углов	
		о	,	о	,	о	,
	2	184	25	79	48		
	3	104	37				



Выводы:

## Практическая работа № 6

### Тема : Вычислительная обработка теодолитного хода

**Цель работы:** научить студентов заполнять журналы по теодолитной съемке

#### Ход работы:

##### *Основные положения*

Для производства теодолитной съемки необходимо иметь на местности ряд заранее определенных точек называемых геодезическим обоснованием. Положение точек геодезического обоснования на земной поверхности определяется различными способами. Наиболее распространенный – теодолитные ходы, опирающиеся на пункты триангуляции или полигонометрии. Теодолитный ход состоит из ряда точек на местности, расстояния между которыми, а также углы, образованные горизонтальными положениями линий измеряют. Теодолитные ходы бывают замкнутыми (линии между точками хода образуют замкнутый многоугольник), и разомкнутые.

**Задача.** По результатам угловых и линейных измерений вычислить координаты вершин теодолитных ходов, образующих сомкнутый полигон с диагональным ходом. Каждый студент выполняет вариант заданный преподавателем.

##### *Пособия и принадлежности*

Бланки ведомости вычисления координат, ручка, карандаш, калькулятор, линейка, таблицы тригонометрических функций; чертежная бумага, чертежная доска, готовальня, транспортир резинка, кнопки, таблица условных знаков для топографических планов.

##### *Последовательность выполнения задания*

#### *1. Общие указания по вычислительной обработке результатов геодезических измерений*

Для ускорения вычислений надо применять вспомогательные средства (таблицы, счетные приборы, графики и т.д.), выбирая их с точностью выполняемых заданий.

1. Записи делаются прямым, вычислительным шрифтом, в многозначных числах разряды цифр отделяются интервалами; а в десятичных дробях целая часть от дробной отделяется запятой, а в логарифмах характеристика от мантиссы – точкой. Разряды чисел, записываемых в колонку, располагаются один под другим.
2. Не допускается исправление цифры по цифре; неверные числа (но не отдельные цифры) зачеркивают одной горизонтальной чертой, а верные вписывают выше на свободном месте.

3. Каждый этап вычислений надо сразу же контролировать, либо производя повторные вычисления по возможности в иной последовательности, либо на вторую руку.
4. Поправки желательно выписывать красным цветом над исправленными значениями измеренных величин.
5. Без крайней необходимости нельзя переписывать результаты вычислений. Если возникла такая необходимость, то обязательно должна быть проверена правильность переписанного путем сверки копии и оригинала.

## 2. Последовательность обработки ходов

Вначале обрабатывают основной, сомкнутый полигон, а затем – диагональный ход, рассматривая его как разомкнутый ход между известными пунктами и сторонами. В обоих случаях обработку начинают с выписки в ведомость вычисленных координат названий пунктов (графы 1-14), средних значений измеренных углов, округленных до десятых долей минуты (гр.2).

С указанием, являются ли они левыми или правыми (от этого зависит вычисление дирекционных углов), известных дирекционных углов  $a_{иск}$  примычных сторон (гр. 3) и горизонтальных положений  $s$  сторон хода (гр. 5).

### 3. Обработка сомкнутого хода (см. приложение 1)

1. Если полигон привязан к пунктам геодезического обоснования, то вычисляют дирекционный угол  $a_{выч}$  начальной стороны полигона по заданному дирекционному углу  $a_{иск}$  примычной стороны между пунктами обоснования и по измеренному примычному углу  $V_{прим}$

$$a_{нач} = a_{иск} + V_{прим. лев}$$

или 
$$a_{нач} = a_{иск} - V_{прим. прав.}$$

В этих выражениях  $V_{прим. лев}$  – левый, а  $V_{прим. прав.}$  – правый примычный угол. Для контроля дирекционный угол  $a_{выч}$  обычно определяют дважды в зависимости от дирекционных углов  $a_{иск 1}$  и  $a_{иск 2}$ , двух примычных сторон обоснования и соответствующих измеренных примычных  $V_{прим}^1$  и  $V_{прим}^{11}$

$$a_{нач}^1 = a_{иск 1} + V_{прим}^1,$$

$$a_{нач}^{11} = a_{иск 2} + V_{прим}^{11}.$$

Δ Знак плюс относится к левому примычному углу, а знак – к правому. При вычислении по формулам следует помнить, что  $a_{иск}$  – дирекционный угол направления «вершина полигона - опорный пункт».

Если  $(a_{нач}^1 - a_{нач}^{11}) \leq 2 T$ , где  $T$  – точность отсчета по горизонтальному кругу теодолита, то за окончательное значение  $a_{нач}$  принимают среднее арифметическое, округляемое до десятых долей минуты

$$a_{нач} = \frac{1}{2} (a_{нач}^1 + a_{нач}^{11}).$$

В исключительных случаях при невозможности привязки теодолитного хода к пунктам обоснования вместо  $a_{нач}$  пользуются измеренным значением магнитного азимута  $A_{м нач}$  начальной стороны.

2. Вычисляют сумму  $\sum B_{\text{изм}}$  измеренных внутренних углов полигона и выписывают ее итогом в графе 2 ведомости.

3. Вычисляют угловую невязку  $f_B$

$$f_B = \sum B_{\text{изм}} - 180^\circ (n-2),$$

где  $n$  – число сторон сомкнутого полигона. Если  $f_B \leq 1.5 t$  корень квадратный из  $n$ , где  $t$  – точность отсчета по горизонтальному кругу теодолита, то невязку  $f_B$  распределяют с обратным знаком между измеренными углами.

При относительном равенстве сторон полигона угловая невязка  $f_B$  распределяется поровну между всеми углами. Когда длины сторон резко различны, то в углы с короткими сторонами вводят несколько большие поправки. Поправки, округленные до десятых долей минуты, выписываются с их знаками над значениями соответствующих измеренных углов. При этом сумма поправок должна равняться невязке с обратным знаком.

4. В зависимости от дирекционного угла  $a_{\text{нач}}$  начальной стороны полигона и исправленных значений  $B_{\text{испр}} = B_{\text{изм}} + v_i$  внутренних углов полигона последовательно вычисляют дирекционные углы сторон полигона по одной из формул:

$$a_i = a_{i-1} + B_{\text{лев, испр } I} - 180^\circ, \\ a_i = a_{i-1} + 180^\circ - B_{\text{прав, испр } i},$$

записывая результаты в графу 3 ведомости.

В выражениях индексы «лев» и «прав» относятся к левым и правым углам,  $I = 1, 2, \dots, n$  – текущий номер стороны хода.

Если в процессе вычислений дирекционный угол какой-либо стороны окажется большим  $360^\circ$ , то от него нужно отнять  $360^\circ$ . В результате последовательного вычисления дирекционных углов сторон сомкнутого полигона должно быть получено значение  $a_{\text{нач}}$  дирекционного угла начальной стороны.

5. Приращение координат вычисляют по формулам  $\Delta x = \cos a$ ;  $\Delta y = \sin a$  – вычисления выписывают в графу 6 ведомости вычисления координат, указывая знаки косинусов и синусов.

6. Значения приращений координат вычисляют с округлением до сотых долей метра, записывая их в графы 8 и 9.

7. Вычисленные значения приращений координат алгебраически суммируют по каждой оси, получая невязки  $f_x$  и  $f_y$ ,

$$f_x = \sum \Delta x_{\text{выч}}; \\ f_y = \sum \Delta y_{\text{выч}},$$

в зависимости от которых вычисляют линейную невязку  $f_s$ ,

$$f_s = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)}$$

и относительную невязку

$$f_s / \sum s = 1/N.$$

Допустимая относительная невязка не должна быть больше 1: 2000

8. Распределяют невязки с обратными знаками между вычисленными приращениями координат пропорционально горизонтальным положениям  $s$  соответствующих сторон полигона.

9. Вычисляют исправленные значения приращений координат:

$$\Delta x_{\text{испр}i} = \Delta x_{\text{выч}i} + u_{xi}$$

$$\Delta y_{\text{испр}i} = \Delta y_{\text{выч}i} + u_{yi}$$

с заключительным контролем:

$$\sum \Delta x_{\text{испр}i} = 0; \quad \sum \Delta y_{\text{испр}i} = 0$$

10. По известным координатам начальной вершины полигона и исправленным приращениям координат последовательно вычисляют координаты всех вершин полигона:

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_{\text{испр}i}$$

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_{\text{испр}i}$$

записывая полученные значения в гр.12 и 13 ведомости.

В конце вычислений должны быть получены координаты начальной вершины полигона.

#### *4. Построение теодолитного хода на примере задачи*

**Задача.** Нанести на план заданного масштаба теодолитные ходы по вычисленным координатам их вершин и ситуацию по абрису.

##### *Последовательность выполнения задачи*

1. Построение координатной сетки.
2. Нанесение опорных пунктов по прямоугольным координатам.
3. Нанесение ситуации по абрису.
4. Оформление плана в туши.

1. Координатная сетка строится в виде системы квадратов со сторонами 10 см. Общие размеры установлены: 40x40 см для планов масштаба 1: 5 000 и 50x50 см для планов более крупных масштабов.

2. Нанесение опорных пунктов по прямоугольным координатам. Для этого сначала определяют квадрат сетки, в котором должен находиться накладываемый пункт. Затем на противоположных сторонах этого квадрата откладывают взятые в створ измерителя по поперечному масштабу отрезки, соответствующие разностям одноименных координат пункта и «младшей» (сторона квадрата, значение координаты которой меньше значения соответствующей координаты наносимого пункта) стороны квадрата. Расхождение в положении пункта на плане не должно быть больше 0,2 мм. Правильность накладки 2-х соседних пунктов проверяют по длине горизонтального положения между ними. Для этого берут по поперечному масштабу в раствор измерителя отрезок, соответствующий вычисленному значению горизонтального положения, одну ножку измерителя ставят в предыдущий нанесенный пункт и смотрят, совпадает ли вторая ножка с только что нанесенным пунктом. Расхождение не должно превосходить 0,2 мм. Для того, что бы убедиться, что направление нанесенной линии соответствует ее дирекционному углу, используется транспортир.

3. Ситуацию наносят на план в точном соответствии с абрисом и последовательностью производства съемки. По окончании накладки ситуации рекомендуется сличить ее с местностью.

4. Оформление плана производится в соответствии с обязательными условными знаками.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Дирекционные углы.
2. Румбы.
3. Диагональный ход.

Выводы:

**Лабораторная работа №3**

**Тема: Изучение нивелира**

**Цель работы:** изучить нивелир

**Ход работы:**

Геометрическое нивелирование является фактически основным методом определения превышений, которые используются при вычислении высот точек. Для выполнения геометрического нивелирования используется комплект приборов, в который входят нивелир, штатив и рейки с сантиметровыми делениями.

В результате выполнения данного задания Вы должны получить начальные навыки работы с нивелиром.

При выполнении задания Вы должны пользоваться рекомендованными преподавателем учебными пособиями и конспектом лекций.

Задача № 1. Дополните чертеж (рисунок 19), показав:



Рисунок 19

1. Где определяемая величина
2. Какие величины необходимо определить, чтобы вычислить превышение
3. Напишите формулу для определения превышения  $h =$

Задача № 2. Закончите определение. Нивелир — геодезический прибор.

Сформулируйте основное геометрическое условие нивелира с цилиндрическим уровнем.

Задача № 3. Подпишите начало и конец в оцифровке черной и красной сторон, используемых Вами реек (рисунок 20).





Рисунок 20

Задача № 4. Изучите основные части, детали и оси нивелира НЗ

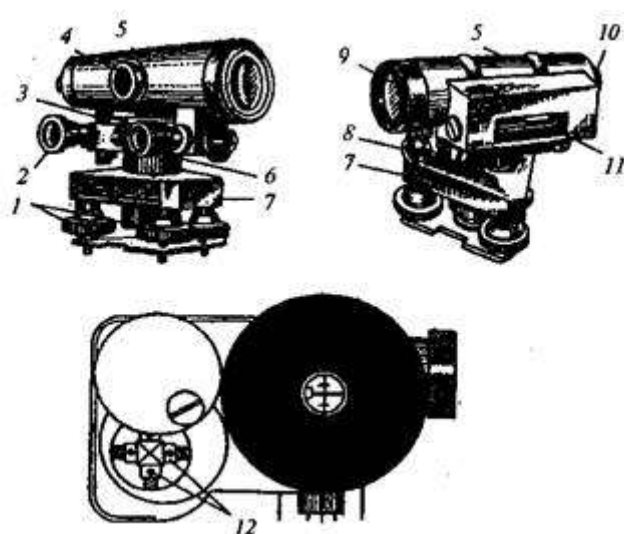


Рисунок 21

Напишите названия основных частей и деталей, пронумерованных на рисунке 21

- |   |    |
|---|----|
| 1 | 7  |
| 2 | 8  |
| 3 | 9  |
| 4 | 10 |
| 5 | 11 |
| 6 | 12 |

Задача № 5. Укажите на рисунке 22 правильное положение пузырька контактного уровня перед отсчетом по рейке. Укажите, каким винтом надо действовать.

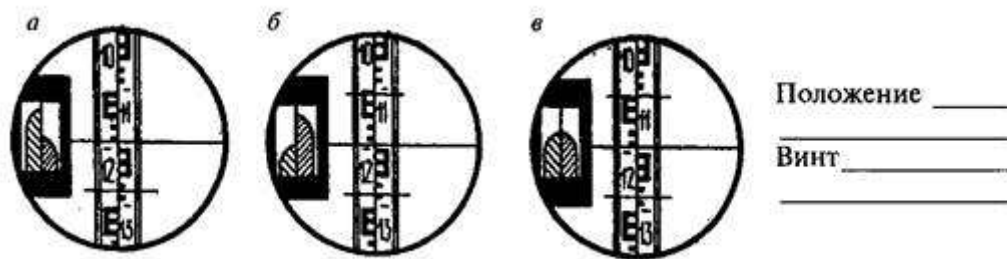


Рисунок 22

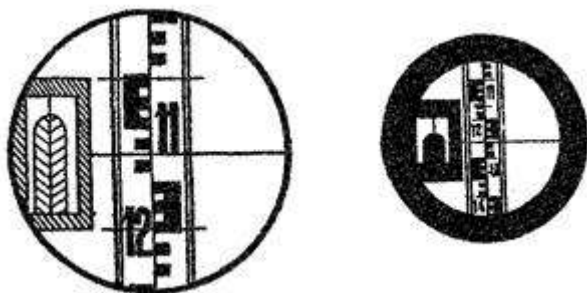


Рисунок 23

Задача № 6. На рисунке 23 показано поле зрения трубы нивелира. Произвести отсчет по нити для определения превышения.

## Тема 2. Поверки и юстировки нивелира НЗ

Задача №7. Выполните поверки нивелира НЗ.

Нивелир НЗ № , год выпуска

Первая поверка

Условие:

Результат:

Вторая поверка

Условие:

Результат:

Третья поверка (порядок выполнения условия проиллюстрируйте чертежом).

Условие:

Схематический чертеж

а.

б.

Результат:

Порядок исправления (юстировки):

Выводы:

## Практическая работа № 7

### Тема: Обработка результатов нивелирования

**Цель работы:** научить студентов вести журнал нивелирования.

#### Ход работы

##### *Основные положения*

Нивелирование. Положение точек геодезических измерений, в результате которых определяют превышение точек, а также их высоты над принятой уровенной поверхностью.

Геометрическое нивелирование наиболее распространенный способ. Его выполняют с помощью нивелира, задающего горизонтальную линию нивелирования. Сущность геометрического нивелирования состоит в следующем. Нивелир устанавливают горизонтально и по рейкам с делениями, стоящими на точках А и В, определяют превышение  $h$ , как разность между отрезками  $a$  и  $b$ :  $h = a - b$ . Если известна отметка  $H_A$  точки А и превышение  $h$ , отметку  $H_B$  точки В определяют как их сумму:  $H_A = H_B + h$ .

Во избежание ошибок в знаке превышения точку, отметка которой известна, считают задней, а точку, отметка которой определяют - передней, т.е. превышение это всегда разность отсчетов назад и вперед. Иногда отсчет по рейке называют «взглядом» и поэтому превышение равно «взгляду назад» минус «взгляду вперед». Место установки нивелира называется станцией. С одной станции можно брать отсчеты по рейкам установленным во многих точках. При этом превышение между точками не зависит от высоты нивелира над землей. Для вычисления отметки искомой точки можно применить способ вычисления через горизонт прибора (ГП). Если к отметке точки А прибавить отсчет по рейке на точке А, то получится отметка визирной оси нивелира. Эта отметка называется горизонтом прибора. Если из горизонта прибора вычесть отсчеты на всех точках, взятые на этой станции, получатся отметки этих точек.

Если для определения превышения между точками А и В достаточно один раз установить нивелир, такой случай называется простым нивелированием. Если же превышение между точками можно определить только после нескольких установок нивелира - сложным. Превышение между ними устанавливается по схеме простого нивелирования. При сложном нивелировании превышение между точками А и В

з

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + h_3 = \sum_{i=1}^n h_i$$

1

Если известна отметка А, то можно определить отметку точки В:

$$H_B = H_A = \sum h_i$$

1

Такую схему нивелирования называют нивелирным ходом. В зависимости от требуемой точности определения отметок нивелирование делят на 1, 2, 3, 4 классы и техническое. Ходы нивелирования более низких классов всегда опираются на пункты ходов более высоких классов.

**Задача.** По результатам геометрического нивелирования составить план и продольный профиль трассы. Каждый студент выполняет вариант заданный преподавателем.

#### *Пособия и принадлежности*

Журнал нивелирования трассы, пикетажная книжка, ведомость прямых и кривых, ручка, карандаш, калькулятор, линейка, миллиметровая бумага, чертежная доска, готовальня, транспортёр резинка.

#### *Последовательность выполнения задания*

Обработка материалов геометрического нивелирования. Построение продольного профиля.

1. План трассы составляют по данным пикетажной книжки или инструментальной съёмки в масштабе предусмотренной инструкцией (обычно 1:2000 - 1:10 000). Ось трассы, нанося на план по прямоугольным координатным углам поворота или длинам прямых отрезков трассы и их румбам. В углах поворота показывают данные для разбивки круговой кривой. На прямых участках трассы наносят пикетные и плюсовые точки и поперечники; выписывают румб и длину прямой вставки. Затем по материалам съёмки наносят ситуацию. Ось трассы и относящиеся к ней записи показывают красным цветом, а ситуацию черным.

2. Составление продольного профиля трассы. Основой для составления профиля служат журнал нивелирования трассы, пикетажная книжка и ведомость прямых и кривых.

Профиль вычерчивается на листе миллиметровой бумаги, его масштаб для горизонтальных расстояний обычно в 10 раз меньше масштаба для вертикальных. Профили дорог и каналов чаще строят в масштабе для горизонтальных расстояний 1:2 000 или 1:5 000, а вертикальных соответственно в масштабе 1: 200 или 1:500.

Построение профиля начинают с проведения прямой, длина которой равна длине трассы в выбранном масштабе (линии условного горизонта). Над ней размещают профиль, а под ней сетку профиля, куда заносят все необходимые для ее построения и дальнейшего проектирования данные. Линию условного горизонта и сетку профиля вычерчивают черной тушью. Дальнейшую работу выполняют в такой последовательности:

1) в графе «расстояния» откладывают а принятом масштабе вначале расстояния между пикетами, а затем все промежуточные. Около линии, соответствующей промежуточной точке, подписывают расстояния до

ближайших пикетов. Номера пикетов подписывают снизу. «Рубленные» пикеты отмечают специальными условным знаком;

- 2) в графу «отметка земли» (черная отметка) выписывают из журнала отметки всех пикетных и плюсовых точек с округлением до 1 см;
- 3) от линии условного горизонта вверх в принятом для вертикальных расстояний масштабе откладывают отрезки, соответствующие отметкам всех пикетов и плюсовых точек. Соединив вершины таких отрезков, получают «черный профиль», соответствующий вертикальному разрезу земной поверхности по оси трассы в принятых масштабах;
- 4) в графе "ситуация" проводят посередине прямую линию (трассу) и в масштабе для горизонтальных расстояний строят по данным пикетажной книжки (выпрямленный) план трассы;
- 5) в графе "план линии" по данным ведомости прямых и кривых нанося прямую (трассу) с разрывами в точках начала и конца кривых. На прямой подписывают длины и румбы прямых вставок. В точках НК и КК проводят короткие отвесные линии, около которых подписывают расстояния до ближайших пикетов. Кривые показывают дугами. Если кривая (трасса повернула вправо), дугу проводят над прямой, если вогнутая - над ней. Под дугой записывают данные, характеризующие кривую. Целые километры трассы отмечают кружками диаметром 6 мм, правую их половину заливают тушью.

Заполнение остальной части профиля производят в процессе проектирования дороги или канала.

Выводы:

### **Практическая работа № 8**

**Тема: Построение продольного профиля и расчет проектных элементов.**

**Цель работы:** научить студентов построению продольного профиля и расчета проектных элементов.

#### **Ход работы:**

На листе миллиметровой бумаги постройте профиль по линии 1-2 полигона, сохранив для горизонтальных расстояний масштаб плана; для построения высот масштаб принять в 10 раз крупнее. Профиль оформить согласно образцу (рис.36).

Указания к выполнению:

Построение профиля начать с построения сетки:

- в качестве характерных точек, по которым строится профиль, принять точки пересечения линии 1-2 с горизонталями и характерными линиями рельефа;

- определите высоты точек пересечения линии профиля с горизонталями;  
- высоты характерных точек определить интерполированием между соседними горизонталями;

- с помощью измерителя перенести в соответствующие графы сетки (горизонтальные проложения, уклоны) расстояния между смежными точками: 1-а, а-в и т.д.);

- используя поперечный масштаб определить длины этих отрезков в метрах и выписать их в графу горизонтальные проложения. Против полученных на сетке точек (в графе высоты) выписать соответствующие им высоты;

- для того чтобы вертикальные отрезки не были слишком высокими для начальной линии профиля выбирают условную;

- для построения собственного профиля по перпендикулярам из зафиксированных точек откладывают в масштабе разности между высотами точек и условной высотой. Соединив концы отложенных отрезков прямыми, получают линию профиля местности;

- уклоны отрезков вычисляют с двумя знаками и записывают в целых тысячных;

- в графе "План местности" показывают ситуацию, имеющуюся в прямоугольнике, границы которого намечаются на расстоянии 1 см по обе стороны линии 1-2 (контуры переносятся с помощью измерителя).

Профиль по линии 1-2

Выводы:

### **Практическая работа №9.**

**Тема: Подготовка данных для выноса в натуру проектных элементов**

**Цель работы:** научить студентов подготавливать разбивочный чертеж и выполнять расчеты для выноса в натуру проектного элемента.

#### **Ход работы:**

Сущность работы состоит в следующем. Клиент заказал Вашей фирме выполнить вертикальную планировку части участка перед коттеджем в целях строительства теннисного корта и декоративного благоустройства участка. Площадь участка примерно равна 0,6 га.

Для разработки проекта вертикальной планировки требуется составить топографический план участка в масштабе 1:1000 (1:500) с высотой сечения рельефа 0,25 м (0,1 м).

Для этого Вашими коллегами при помощи теодолита и рулетки на местности была построена сетка квадратов со сторонами 20 м (рис. 30).

$$A_{a-d}^m = 330^\circ 30'$$

В вершинах квадратов забиты колышки вровень с землей и сторожки, на которых подписаны обозначения вершин по принципу обозначения клеток шахматной доски. Одновременно с разбивкой выполнялась и съемка элементов ситуации методом перпендикуляров. Для ориентирования линий плана был измерен магнитный азимут стороны  $a - d$ . Его значение  $A_{a-d}^m = 330^\circ 30'$ .

Затем произведено техническое нивелирование вершин квадратов с двух станций. Порядок нивелирования показан на рисунке 30. Все отсчеты записаны на полевой схеме (рис. 2) около вершин квадратов. На связующие точки, обведенные на рис. 2, 3 кружком, сделаны для контроля отсчеты с двух станций. Граница станций указана пунктиром ( $a_1, a_2, b_1, b_2$ ). Контроль правильности связи (работ) станций выполняется по формуле:  $a_1 + b_2 = a_2 + b_1$ , в общем случае суммы накрест лежащих отсчетов могут отличаться одна от другой не более чем на 5 мм. Передача высоты была выполнена на связующую точку  $d_4$ .

**Задача №1:** Произвести обработку исполнительной полевой схемы нивелирования поверхности по квадратам (см. рис. 31), составить план участка в масштабе 1:1000. Выполнить интерполирование горизонталей при высоте сечения рельефа 0,25 м. Выполнить рисовку рельефа и вычертить план.  $H_{d4} =$

Исходная высота связующей точки  $d_4$  задается преподавателем (по усмотрению преподавателя может быть принят вариант передачи высоты на точку  $d_4$  нивелирным ходом от нивелирного репера).

Контроль Съемку выполнил:

$$a_1 + b_2 - a_2 + b_1 = \text{техник Медведев СМ.}$$

$$a_2 + b_3 - a_3 + b_2 = \text{Вычисления выполнил:}$$

Вычисление горизонтов прибора.

$$ГП_I =$$

$$ГП_{II}^I =$$

$$ГП_{II}^{II} =$$

$$ГП_{II}^{III} = ГП^{cp}_{II} =$$

Пояснения к выполнению работ

Сделайте контроль нивелирования по связующим точкам.

Связующими точками являются точки  $v_4, c_4, d_4$  (см. рис. 32). В качестве примера сделайте контроль по связующим точкам  $v_4$  и  $d_4$ . Отсчеты со станции I на связующие точки соответственно равны:  $a_4=0833, a_3=1239$ , а со станций II:  $b_1=1057, b_3=1462$ .

Тогда  $a_1 + b_3 = a_3 + b_1$ . Имеем:  $1462 + 083 - 1239 + 1057 = 1$  мм, что допустимо. Результаты ваших контрольных вычислений запишите под рисунком 32.

Вычислите горизонт прибора и высоты вершин квадратов для станции I.

Горизонт прибора (ГП) вычисляется по формуле

$$ГП_I = H_{изв} + a_0,$$

где  $H_{изв}$  — известная высота точки, в Вашем случае — это высота связующей точки  $d_4$

$a_0$  — отсчет по рейке на этой точке (в данном случае надо брать отсчет  $a_1=0,833$  м, полученный с первой станции, так как горизонт прибора определяется для станции I). Полученное значение горизонта прибора впишите на полевую схему в соответствующем месте. Затем по формуле

$$H_i = ГП_I - a_i$$

где  $H_i$  — высота вершин, определяемых для станции I;

$a_i$  — отсчет по рейке на этих вершинах (по черной стороне) вычислите высоты всех вершин в границах, определенных для станции I.

Последовательно получаемые значения высот запишите на полевую схему рядом с соответствующей вершиной квадрата.

3. Вычислите горизонт прибора и высоты остальных вершин для станции II.

Для контроля горизонта прибора вычислите его три раза (так как высоты трех связующих точек нами уже вычислены).

$$ГП_{II} = H_{d4} + v_4; ГП'_{II} = H_{c4} + v_2; ГП''_{II} = H_{b4} + v_3$$

Если расхождения между значениями ГП не превысят 5 мм, то вычисляют среднее значение и оно выписывается на полевую схему.

Высоты вершин в границе станции II вычисляются аналогично по формуле

$$H_i = ГП_{II} - v_i$$

и записываются у соответствующих вершин.

Составьте топографический план по результатам нивелирования по квадратам.

На листе чертежной бумаги в масштабе 1:1000 постройте сетку квадратов со сторонами 20 м и нанесите по промерам элементы ситуации. На план впишите высоты всех точек (вершин), округляя значения до 0,01 м.

Путем интерполирования по сторонам квадратов найдите положение точек с высотами, кратными высоте сечения рельефа 0,25 м (используя как графический метод, так и интерполирование «на глаз»).

Точки с одинаковыми высотами соедините плавными кривыми-горизонталями.

Произведите «укладку» горизонталей и подпишите высоты горизонталей, кратные 0,5 м.

Напоминаем! Высоты подписывают в разрывах горизонталей так, чтобы основание цифр было обращено вниз по скату.

Работу в карандаше предъявите преподавателю.

4. Вычертите план тушью.

Все элементы плана: надписи, условные знаки (за исключением горизонталей) вычертите черной тушью; горизонтали и их высоты вычертите коричневым цветом. Вершины квадратов на плане покажите точками.

На рамке плана сделайте надпись: «Топографический план участка № ».



Внизу напишите (по центру) «1:1000» и «Сплошные горизонталы проведены через 0,25 м». Справа — «Составлен по материалам нивелирования поверхности» (фамилия студента, факультет и дата выполнения работы).

Выводы: