

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ГУМАНИТАРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ**

З. Х. Батчаева

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Учебно-методическое пособие для выполнения
расчетно-графических работ
студентами 1-ого курса обучения
по направлению 08.03.01 «Строительство».
«Теодолитная съемка»

Черкесск – 2017

УДК
ББК
Б

Рассмотрено на заседании кафедры Технологии строительного производства и строительные материалы.

Протокол № 7. от " 18 "02. 2014 г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СевКавГГТА.

Протокол № __. от " __ " _____ 2014 г.

Рецензенты: Багдасаров А. С. – канд. техн. наук, доцент

Б Батчаева, З. Х. Инженерная геодезия: Учебно-методическое пособие для выполнения расчетно-графических работ студентами 1-ого курса обучения по направлению 270800.62 «Строительство». Профиль 270102 и 270115, «Теодолитная съемка» / З. Х. Батчаева. – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2014. – 24 с.

Даны методические указания для усвоения практической части предмета "Инженерная геодезия" и привития учащимся навыков в решении основных геодезических задач.

Тематика составленных задач и заданий на выполнение расчетно-графических работ соответствует утвержденной программе по дисциплине "Инженерная геодезия" для студентов 1 курса специальности «Строительство» 270800, профиль 270115 и 270102.

Вариантный подбор задач и заданий на расчетно-графические работы дает возможность преподавателю более эффективно проводить проверку знаний учащихся с применением программированного обучения.

УДК
ББК

© Батчаева З. Х., 2014
© ФГБОУ ВПО СевКавГГТА, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ИЗУЧЕНИЕ МАСШТАБОВ.....	6
ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИИ НА МЕСТНОСТИ.....	9
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКЕ.....	12
ЛИТЕРАТУРА.....	21

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие разработано в соответствии с типовой программой по предмету «Инженерная геодезия». Предназначена для закрепления теоретических знаний по разделу «Теодолитная съемка», приобретения практических навыков в работе с угломерными геодезическими приборами технической точности, математической обработке результатов измерений, выполняемых при теодолитной съемке, составлению контурного топографического плана местности и определения площади участков местности.

1. ИЗУЧЕНИЕ МАСШТАБОВ

Масштабы: численный, линейный и поперечный

Цель работы: Познакомиться с масштабами. Научиться пользоваться поперечным сотенным масштабом и решать задачи с его использованием.

Содержание работы

1. Построить сотенный поперечный масштаб для заданного численного масштаба.

Масштабом называется отношение длины линии на плане (карте) к длине горизонтального проложения соответствующей линии на местности.

В свою очередь, горизонтальным проложением линии называется проекция соответствующей наклонной линии на местности на горизонтальную плоскость. С помощью масштаба решаются две задачи:

- 1 - определение длины линии на топографическом плане (карте);
- 2 - построение заданной линии на топографическом плане (карте).

Применяется три типа масштаба: численный, линейный и поперечный.

Численным масштабом называется масштаб, который выражается дробью, числитель которой равен единице, а знаменатель показывает, во сколько раз горизонтальное проложение линии местности уменьшено при изображении горизонтального проложения линии на плане или карте.

Численный масштаб – величина неименованная. Он записывается так: 1:1000, 1:2000, 1: 5000 и т.д., причём в такой записи 1000, 2000 и 5000 называется знаменателем масштаба М.

Численный масштаб говорит о том, что в одной единице длины линии на плане (карте) содержится точно столько же единиц длины на местности. Так, например, в одной единице длины линии на плане 1:5000

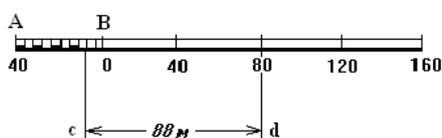
содержится точно 5000 таких же единиц длины на местности, а именно: один сантиметр длины линии на плане 1:5000 соответствует 5000 сантиметрам на местности (т.е. 50 метрам на местности); в одном миллиметре длины линии на плане 1:5000 содержится 5000 миллиметров на местности (т.е. в одном миллиметре длины линии на плане 1:5000 содержится 500 сантиметров или 5 метров на местности) и т.д.

При работе с планом в ряде случаев пользуются линейным масштабом.

Линейный масштаб - график, (рис. 1) который является изображением определенного численного масштаба.

Основанием линейного масштаба называется отрезок АВ линейного масштаба (основная доля масштаба), равный обычно 2 см. Он переводится в соответствующую длину на местности и подписывается. Крайнее левое основание масштаба делят на 10 равных частей.

Наименьшее деление основания линейного масштаба равно 1/10 основания масштаба.



1:2000

Рис. 1

Пример: для линейного масштаба (используемого при работе на топоплане масштаба 1:2000), показанного на рисунке 1, основание масштаба АВ равно 2 см (т.е. 40 метрам на местности), а наименьшее деление основания равно 2 мм, что в масштабе 1:2000 соответствует 4 м на местности.

Отрезок cd (рис. 1), взятый с топографического плана масштаба 1:2000, состоит из двух оснований масштаба и двух наименьших делений основания, что, в итоге, соответствует на местности $2 \times 40 \text{ м} + 2 \times 2 \text{ м} = 88 \text{ м}$.

Более точное графическое определение и построение длин линий можно сделать с помощью другого графика - поперечного масштаба (рис. 2).

Поперечный масштаб – график для максимально точного измерения и откладывания расстояний на топографическом плане (карте).

Основание АВ нормального поперечного масштаба равно, как и в линейном масштабе, также 2 см. Наименьшее деление основания равно $CD = \frac{1}{10} AB = 2 \text{ мм}$. Наименьшее деление поперечного масштаба равно $cd = \frac{1}{10} CD = \frac{1}{100} AB = 0,2 \text{ мм}$ (что следует из подобия треугольника ВСД и треугольника Всд).

Таким образом, для численного масштаба 1:2000 основание поперечного масштаба будет соответствовать 40 м, наименьшее деление основания ($\frac{1}{10}$ основания) равно 4 м, а наименьшее деление масштаба $\frac{1}{100}$ АВ равно 0,4 м.

Пример: отрезок ав (рис. 2), взятый с плана масштаба 1:2000, соответствует на местности 137,6 м (3 основания поперечного масштаба ($3 \times 40 = 120$ м), 4 наименьших деления основания ($4 \times 4 = 16$ м) и 4 наименьших деления масштаба ($0.4 \times 4 = 1.6$ м), т.е. $120 + 16 + 1.6 = 137.6$ м).

Точностью масштаба называется горизонтальный отрезок на местности, который соответствует величине 0,1 мм на плане данного масштаба. Эта характеристика зависит от разрешающей способности невооруженного человеческого глаза, которая (разрешающая способность) позволяет рассмотреть минимальное расстояние на топографическом плане в 0.1 мм. На местности эта величина будет уже равна 0.1 мм \times М, где М – знаменатель масштаба.

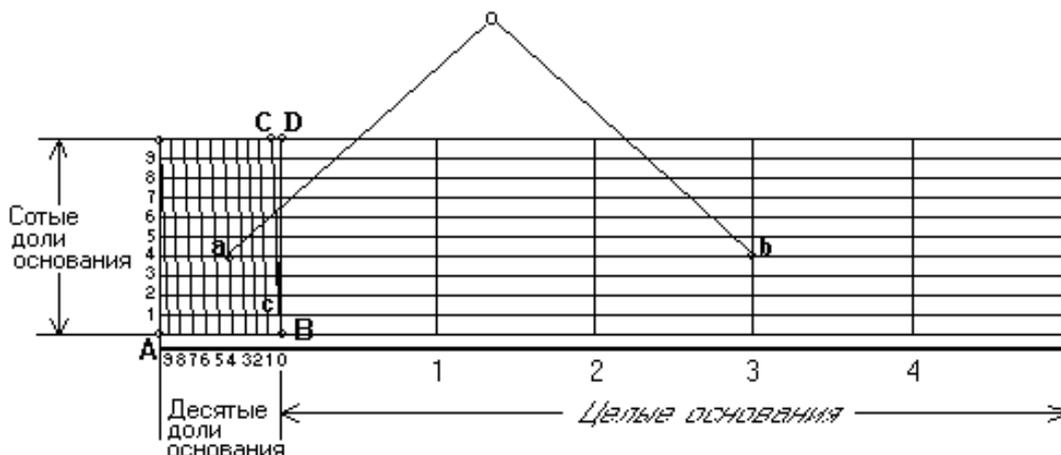


Рис. 2

Поперечный масштаб, в частности, позволяет измерить длину линии на плане (карте) масштаба 1:2000 именно с точностью данного масштаба.

Пример: в 1 мм плана 1:2000 содержится 2000 мм местности, а в 0,1мм, соответственно, $0,1 \times М$ (мм) = 0.1×2000 мм = 200 мм = 20 см, т.е. 0,2 м.

Поэтому при измерении (построении) на плане длины линии ее значение следует округлить с точностью масштаба. Пример: при измерении (построении) линии длиной 58,37 м (рис. 3), ее значение в масштабе 1:2000 (с точностью масштаба 0,2 м) округляется до 58,4 м, а в масштабе 1:500 (точность масштаба 0,05 м) – длина линии округляется уже до 58,35 м.

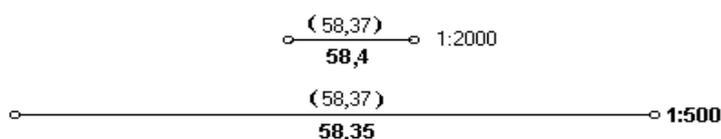


Рис. 3

Задачи:

1. Даны численные масштабы. Определить длину линии на местности в метрах d_m , соответствующую 1 см длины линии на плане.

$$d_m = M : 100 \quad (1)$$

Таблица 1

Масштаб	1:100	1:200	1:2000	1:5000	1:10000	1:50000
---------	-------	-------	--------	--------	---------	---------

2. Длина линии на местности $d_m = 183,45$ м. Определить, какой будет длина $d_{пл}$ на плане масштаба 1:5000 с точностью 0,1 мм.

$$d_{пл} = d_m : a \quad (2)$$

Таблица 2

Масштаб	1:100	1:200	1:500	1:5000	1:10000	1:25000
d_m	54,32	76,36	99,53	248,93	888,95	943,40

3. Длина линии на плане $d_{пл} = 4,31$ см. Масштаб плана 1:2000. Определить ее длину на местности d_m .

$$d_m = d_{пл} \cdot a \quad (3)$$

Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$d_{пл}$ (см)	44,3	57,31	14,26	19,78	55,26	44,71	8,54
Масштаб	1:100	1:200	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000

4. На плане длина линии $d_{пл} = 26,7$ см, на местности ее длина равна $d_m = 1335,0$ м. Определить численный масштаб план.

$$M = \frac{d_{пл}}{d_m} = \frac{1}{(d_m \cdot 100) : d_{пл}} \quad (4)$$

Таблица 4

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
$d_{пл}$ (м)	5,21	6,22	3,50	1,75	6,50	2,11	6,36
d_m (м)	521	124,4	175	437,5	13,0	1055	31,80

5. На плане масштаба 1:2000 площадь участка равна $S_{пл} = 12,6$ см². Определить ее площадь на местности S_m в гектарах.

$$S_M = S_{пл} \cdot a \quad (5)$$

Таблица 5

Таблица 5	1	2	3	4	5	6	7
$S_{пл} (см^2)$	6,21	2,32	4,45	2,06	24,80	15,16	8,34
Масштаб	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	1:1000	1:2000	1:5000

Сдаче подлежат:

1. Результаты решения задач (табл. 1-5).
2. График линейного и поперченного масштабов.

2. ОРИЕНТИРОВАНИЕ ЛИНИИ НА МЕСТНОСТИ.

Определение дирекционного угла и румба линии.

Цель работы: Научиться решать задачи на ориентирование.

Дирекционным углом α называется горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления оси ОХ координатной сетки, по ходу часовой стрелки, до направления данной линии.

Дирекционный угол α можно измерить с помощью транспортира. На рис.4 представлены дирекционные углы α_1 , α_2 , α_3 , и α_4 четырех линий М-1, М-2, М-3, М-4.

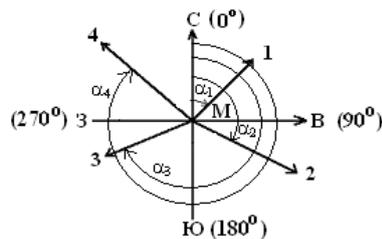


Рис. 4

Дирекционным углом заданного направления $\alpha_{пр}$ называется прямым, а противоположного – обратным $\alpha_{обр}$ (рис. 5).

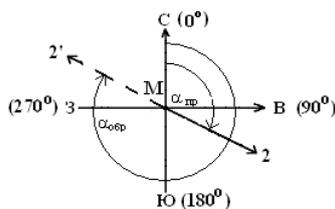


Рис. 5

Связь между прямым и обратным дирекционными углами выглядит так

$$\alpha_{обр} = \alpha_{пр} + 180^{\circ} \quad (6)$$

Румбом r называется острый горизонтальный угол между северным или южным направлением оси ОХ координатной сетки и направлением данной линии. Румбы могут иметь значения от 0° до 90° и сопровождаются названием четверти, в которой находится линия. На рис. 6 показаны румбы четырех линий М-1, М-2, М-3, М-4. Румбы этих линий записывают: СВ: r_1 ; ЮВ: r_2 ; ЮЗ: r_3 ; и СЗ: r_4 , где, например, СВ - наименование румба, а r_1 - значение румба.

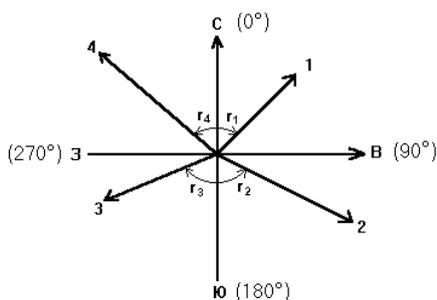


Рис. 6

Румб заданного направления $r_{пр}$ называется прямым, а противоположного – обратным $r_{обр}$. Прямой и обратный румбы равны по величине и отличаются только наименованием (рис. 7).

Например, если прямой румб равен $r_{пр} = СВ: 35^{\circ}$, то обратный румб равен $r_{обр} = ЮЗ: 35^{\circ}$.

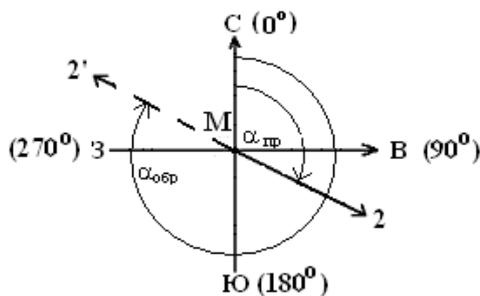


Рис. 7

Таблица перехода от дирекционных углов α к румбам r приведена ниже.

Формулы перехода от дирекционных углов к румбам

Интервал изменения дирекционного угла	Румб
$0^{\circ} \div 90^{\circ}$	СВ : $r_1 = \alpha_1$
$90^{\circ} \div 180^{\circ}$	ЮВ : $r_2 = 180^{\circ} - \alpha_2$
$180^{\circ} \div 270^{\circ}$	ЮЗ : $r_3 = \alpha_3 - 180^{\circ}$
$270^{\circ} \div 360^{\circ}$	СЗ : $r_4 = 360^{\circ} - \alpha_4$

Определить истинный азимут линии 1-2

Таблица 8

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
δ_E	2°42'	3°33'	4°23'	6°13'	8°19'	19°05'	21°12'
δ_Z	4°21'	5°18'	5°32'	7°21'	9°03'	21°18'	3°12'
A_M	42°15'	86°19'	104°00'	143°21'	187°01'	250°14'	289°06'

Определить магнитный азимут линии 1-2

Таблица 9

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
δ_E	2°14'	5°26'	4°23'	10°00'	23°19'	15°18'	21°55'
δ_Z	13°02'	15°17'	19°20'	20°13'	4°02'	6°18'	4°03'
A_M	18°15'	43°15'	89°11'	121°00'	194°26'	229°15'	283°00'

Определить дирекционный угол

Таблица 10

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
A_M	30°40'	60°08'	33°45'	40°13'	55°48'	60°18'	71°25'
γ_1	0°20'	0°12'	0°15'	0°17'	0°02'	0°22'	0°05'
A_M	31°10'	60°28'	34°20'	40°44'	55°58'	60°50'	71°35'
γ_2	0°10'	0°08'	0°20'	0°14'	0°08'	0°10'	0°05'

Определить истинный азимут по дирекционному углу и сближению меридианов

Таблица 11

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
α	25°16'	37°12'	72°16'	94°12'	186°01'	245°15'	273°19'
γ	западное	западное	западное	восточное	восточное	западное	восточное
величина γ	0°05'	0°06'	0°31'	1°00'	0°09'	0°11'	0°15'

Вычислить обратный азимут линий, имеющей длину L км, в расположенной на широте φ под истинным азимутом A_{np} .

Таблица 12

L км	φ	A_{np}	Формула	γ	$A_{об}$
55	60°	90° 56'			

Определить прямой α_{np} и обратный $\alpha_{об}$ дирекционные углы по следующим данным A_M и γ .

Таблица 13

A_M	γ	Формула	α_{np}	$\alpha_{об}$
321°45'	-1°08'			
67°21'	+3°35'			
103°30'	+0°17'			

Определить дирекционный угол последующей стороны a_{2-3} , если известен дирекционный угол предыдущей стороны a_{1-2} измеренный угол β_2 прав, вправо по ходу лежащий. Показать это на чертеже.

Таблица 14

a_{1-2}	β_2 прав	Формула	a_{2-3}
99° 56'	115° 47'		

Сдаче подлежат:

1. Рабочие формулы.
2. Результаты решения задач (табл. 8-14).

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКЕ

По измеренным горизонтальным углам и горизонтальным проложениям сторон замкнутого теодолитного хода выполнить:

Замкнутый теодолитный ход

1. Определить угловую невязку теодолитного хода и при допустимой невязке увязать углы полигона.
2. Вычислить дирекционные углы и румбы сторон теодолитного хода по заданному исходному дирекционному углу и исправленным внутренним углам. Исходный дирекционный угол взять из табл.15
3. Определить приращения координат и их невязки.
4. Определить абсолютную и относительную невязку в приращениях координат теодолитного хода.
5. При допустимой относительной невязке (не выше $\frac{1}{1500}$) распределить невязки в приращениях координат.
6. По исправленным приращениям и исходным координатам вершины №1 полигона вычислить координаты остальных вершин.
Исходные координаты вершины №1 взять из таблицы 16

Исходные данные

Ведомость измеренных углов и горизонтальных проложений сторон полигона Замкнутый ход (рис.8)

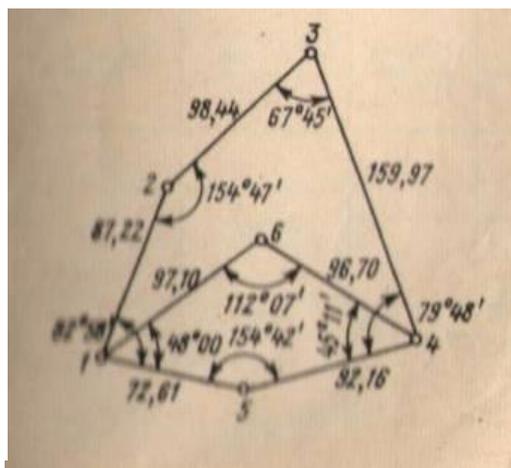


Рис. 8
Дирекционный угол линии 1-2

Таблица 15

№ варианта	Дирекционный угол α_{1-2}						
1	3°10'	16	169°19'	31	2°03'	46	157°55'
2	19°34'	17	171°12'	32	5°14'	47	177°50'
3	31°26'	18	194°24'	33	23°22'	48	196°02'
4	47°40'	19	124°30'	34	43°05'	49	243°23'
5	53°02'	20	235°05'	35	54°16'	50	250°19'
6	61°17'	21	247°14'	36	62°44'	51	251°51'
7	73°44'	22	250°01'	37	71°15'	52	254°12'
8	86°32'	23	263°14'	38	83°11'	53	257°03'
9	92°15'	24	212°13'	39	92°43'	54	263°16'
10	101°20'	25	275°04'	40	105°07'	55	270°08'
11	122°04'	26	280°16'	41	118°14'	56	286°19'
12	130°16'	27	284°01'	42	127°33'	57	290°01'
13	139°18'	28	293°33'	43	134°20'	58	302°13'
14	143°41'	29	300°15'	44	156°13'	59	320°14'
15	159°08'	30	356°16'	45	102°25'	60	349°50'

Координаты вершины № 1

Таблица 16

№ варианта	X (м)	Y (м)	№ варианта	X (м)	Y (м)
1,2,3	+ 16,00	+ 5,00	31,32,33	+ 16,00	+6,00
4,5,6	+ 18,00	+10,00	34,35,36	— 160,00	+ 11,50
7,8,9	+ 19,00	+12,50	37,38,39	+ 23,50	+ 14,20
10,11,12	+ 20,00	+15,00	40,41,42	+27,80	+17,00
13,14,15	+ 25,00	+20,00	43,44,45	+35,00	+ 19,00
16,17,18	+ 30,00	0,00	46,47,48	+40,00	0,00
19,20,21	—170,00	— 190,00	49,50,51	—165,50	—180,00
22,23,24	—175,00	+21,30	52,53,54	—177,30	—185,00
25,20,27	—180,00	+30,00	55,56,57	—182,40	—170,00
28,29,30	—185,00	+25,80	58,59,60	—162,20	+24,40

Последовательность выполнения задания

Замкнутый теодолитный ход

1. Определяют сумму измеренных углов замкнутого теодолитного хода (см. рис. 8) $\sum\beta_n$ и сравнивают ее с теоретической суммой

$$\sum\beta_m = 180^\circ (n - 2), \quad (8)$$

где n — число углов замкнутого хода. В нашем задании $n=5$,

$$\sum\beta_T = 180^\circ (5-2) = 540^\circ;$$

$$\sum\beta_n = 82^\circ 58,5' + 154^\circ 47' + 67^\circ 45' + 79^\circ 48' + 154^\circ 42,5' = 540^\circ 01'.$$

Угловая невязка определяется по формуле

$$f\beta = \sum\beta_n - \sum\beta_m \quad (9)$$

$$f\beta = \sum\beta_n - 180^\circ (n - 2), \quad (10)$$

$$f\beta = 540^\circ 01' - 540^\circ = +1'$$

Угловая невязка не должна быть более допустимой, определяемой по формуле

$$f\beta_{доп} \leq 1,5t \sqrt{n}, \quad (11)$$

где t — точность верньера или точность отсчета по шкале микроскопа теодолита (в данном задании $t=30''$),

n — число углов теодолитного хода.

Предельно допустимая невязка $f\beta_{доп} \leq 1,5 \cdot 30'' \sqrt{5}$.

В задании невязка допустима $1' < 1,5'$. Если невязка не превышает допустимую, то ее распределяют с обратным знаком по углам, округляя дробные значения минут до целых. Данные заносят в ведомость координат.

Сумма исправленных углов хода должна быть равна теоретической сумме:

$$\sum\beta_{испр} = \sum\beta_T. \quad (12)$$

2. По заданному дирекционному углу, который указан в исходных данных (см. табл.16), и увязанным внутренним углам полигона вычисляют дирекционные углы всех остальных сторон хода по формуле:

$$a_n = a_{n-1} + 180 - \beta_{испр}, \quad (13)$$

где a_n - дирекционный угол последующей линии,

a_{n-1} - дирекционный угол предыдущей линии,

$\beta_{испр}$ - исправленный угол, вправо по ходу лежащий.

Контролем вычисления дирекционных углов для задания будет

определение исходного азимута, т. е.

$$a_{1-2} = a_{5-1} + 180^\circ - \beta_{\text{исп } 1}.$$

3. Вычислив дирекционные углы, определяют румбы.

Пример: Вычислить дирекционный угол и румб линии 2-3, если дано:

$$\alpha_0 = 16^\circ 00'$$

Внутренние углы смотреть (рис.8.)

$$\alpha_{1-2} = \alpha_0 + \beta_{\text{испр}1} \pm 180^\circ = 16^\circ 00' + 82^\circ 58' + 180^\circ = 278^\circ 58'$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + \beta_{\text{испр}2} \pm 180^\circ = 278^\circ 58' + 154^\circ 47' - 180^\circ = 253^\circ 45'$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + \beta_{\text{испр}3} \pm 180^\circ = 253^\circ 45' + 67^\circ 45' - 180^\circ = 141^\circ 30'$$

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + \beta_{\text{испр}4} \pm 180^\circ = 141^\circ 30' + 79^\circ 48' - 180^\circ = 41^\circ 18'$$

$$\alpha_{5-1} = \alpha_{4-5} + \beta_{\text{испр}5} \pm 180^\circ = 41^\circ 18' + 154^\circ 42' - 180^\circ = 16^\circ 00'$$

По найденным дирекционным углам вычисляют румбы сторон замкнутого теодолитного хода

$$\alpha_{1-2} = 278^\circ 58', \quad r_{1-2} = 360^\circ - \alpha_{1-2}, \quad r_{1-2} = 360^\circ - 278^\circ 58' = \text{СЗ:}81^\circ 02'.$$

$$\alpha_{2-3} = 253^\circ 45', \quad r_{2-3} = \alpha_{2-3} - 180^\circ, \quad r_{2-3} = 253^\circ 45' - 180^\circ = \text{ЮЗ:}73^\circ 45'$$

$$\alpha_{3-4} = 141^\circ 30', \quad r_{3-4} = 180^\circ - \alpha_{3-4}, \quad r_{3-4} = 180^\circ - 141^\circ 30' = \text{ЮВ:}38^\circ 30',$$

$$\alpha_{4-5} = 41^\circ 18', \quad r_{4-5} = \alpha_{4-5}, \quad r_{4-5} = \text{СВ:}41^\circ 18'$$

$$\alpha_{5-1} = 16^\circ 00', \quad r_{5-1} = \alpha_{5-1}, \quad r_{5-1} = \text{СВ:}16^\circ 00',$$

Вычисленные значения румбов записывают в ведомость вычисления координат.

4. По румбам и горизонтальным приложениям сторон вычисляют приращения координат по формулам:

$$\Delta x = d \cos r, \quad \Delta y = d \sin r, \quad \text{или} \quad (14)$$

$$\Delta x = d \cos \alpha, \quad \Delta y = d \sin \alpha. \quad (15)$$

где Δx и Δy - приращения координат.

При вычислении приращений координат можно пользоваться таблицами для вычисления прямоугольных координат, таблицами натуральных значений тригонометрических функций.

Знаки приращений координат зависят от направления линий.

$$\Delta x = 87.22 * \cos 278^\circ 58' = +13.59$$

$$\Delta y = 87.22 * \sin 278^\circ 58' = -86.15$$

$$\Delta x = 98.44 * \cos 253^\circ 45' = -27.55$$

$$\Delta y = 98.44 * \sin 253^\circ 45' = -94.51$$

$$\Delta x = 159.97 * \cos 141^\circ 30' = -125.19$$

$$\Delta y = 159.97 * \sin 141^\circ 30' = +99.58$$

$$\Delta x = 92.16 * \cos 41^\circ 18' = +69.24$$

$$\Delta y = 92.16 * \sin 41^\circ 18' = +60.83$$

$$\Delta x = 72.61 * \cos 16^\circ 00' = +69.80$$

$$\Delta y = 72.61 * \sin 16^\circ 00' = +20.01$$

5. Вычислив приращения координат, определяют их алгебраическую сумму:

$$\sum \Delta x = -0.11 \text{ м.}$$

$$\sum \Delta y = -0.24 \text{ м.}$$

В замкнутом ходе сумма приращений координат теоретически должна быть равна нулю:

$$\sum \Delta x = 0, \quad \sum \Delta y = 0.$$

Практически алгебраическая сумма вычисленных приращений несколько отличается от теоретической на величину невязок, т. е. абсолютная невязка определяется по формуле:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{(\sum \Delta x)^2 + (\sum \Delta y)^2} \quad (16)$$

В данном задании

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{(-0,11)^2 + (-0,24)^2} = 0,26 \text{ м.}$$

Относительная невязка определяется по формуле:

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{1}{P/f_{\text{абс}}} \quad (17)$$

$$f_{\text{отн}} = \frac{0.26}{510.4} = \frac{1}{510.4/0.26} = \frac{1}{1963}$$

Относительная невязка не должна превышать $\frac{1}{1500}$ периметра хода

$$n \leq \frac{1}{1500}$$

$$\frac{1}{1963} < \frac{1}{1500}; \text{ невязка допустима.}$$

Если невязка допустима, необходимо ее распределить в виде поправок. Поправки распределяют пропорционально длинам сторон полигона.

Поправка
$$\delta \Delta x_n = \frac{f_x}{P} d_n \quad (17)$$

$$\delta \Delta y_n = \frac{f_y}{P} d_n \quad (18)$$

где P – периметр хода в сотнях метров,

d – длина сторон хода в сотнях метров.

Значения найденных поправок округляются до см.

Поправки по оси X

$$\begin{aligned}\delta_{\Delta x_{1-2}} &= \frac{-0.11}{5.1} \cdot 0.9 = -0.02 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta x_{2-3}} &= \frac{-0.11}{5.1} \cdot 1.0 = -0.02 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta x_{3-4}} &= \frac{-0.11}{5.1} \cdot 1.6 = -0.03 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta x_{4-5}} &= \frac{-0.11}{5.1} \cdot 0.9 = -0.02 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta x_{5-1}} &= \frac{-0.11}{5.1} \cdot 0.7 = -0.02 \text{ м}.\end{aligned}$$

Поправки по оси Y

$$\begin{aligned}\delta_{\Delta y_{1-2}} &= \frac{-0.24}{5.1} \cdot 0.9 = -0.04 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta y_{2-3}} &= \frac{-0.24}{5.1} \cdot 1.0 = -0.05 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta y_{3-4}} &= \frac{-0.24}{5.1} \cdot 1.6 = -0.07 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta y_{4-5}} &= \frac{-0.24}{5.1} \cdot 0.9 = -0.04 \text{ м}, \\ \delta_{\Delta y_{5-1}} &= \frac{-0.24}{5.1} \cdot 0.7 = -0.04 \text{ м},\end{aligned}$$

Сумма поправок на каждую из осей должна быть равна невязкам $\Sigma \Delta x$ и $\Sigma \Delta y$.

Исправленные приращения определяют по формулам:

$$\Delta x_{\text{испр}} = \Delta x_{\text{выч}} + \delta_{\Delta x}, \quad (19)$$

$$\Delta y_{\text{испр}} = \Delta y_{\text{выч}} + \delta_{\Delta y}. \quad (20)$$

Поправки прибавляют к вычисленным приращениям со знаком, обратным знаку невязки.

Сумма исправленных приращений должна быть равна нулю

$$\Sigma \Delta x = 0$$

$$\Sigma \Delta y = 0$$

Определяют исправленные приращения:

$$\Delta x_{1-2} = +13.59 + 0.02 = +13.61 \text{ м},$$

$$\Delta x_{2-3} = -27.55 + 0.02 = -27.53 \text{ м},$$

$$\Delta x_{3-4} = -125.19 + 0.03 = -125.16 \text{ м},$$

$$\Delta x_{4-5} = +69.24 + 0.02 = +69.26 \text{ м},$$

$$\Delta x_{5-1} = +69.80 + 0.02 = +69.82 \text{ м}.$$

$$\Sigma \Delta x_{\text{испр}} = 0$$

$$\begin{aligned} \Delta y_{1-2} &= -86.15 + 0.04 = -86.11 \text{ м}, \\ \Delta y_{2-3} &= -94.51 + 0.05 = -94.46 \text{ м}, \\ \Delta y_{3-4} &= +99.58 + 0.07 = +99.65 \text{ м}, \\ \Delta y_{4-5} &= +60.83 + 0,04 = +60.87 \text{ м}, \\ \Delta y_{5-1} &= +20.01 + 0,04 = +20.05 \text{ м}. \\ \Sigma \Delta y_{\text{испр}} &= 0 \end{aligned}$$

6. Координаты вершин полигона, определяются по формулам:

$$x_n = x_{n-1} + \Delta x \quad (21)$$

$$y_n = y_{n-1} + \Delta y \quad (22)$$

где x_n и y_n – координаты последующей вершины,

x_{n-1} и y_{n-1} – координаты предыдущей вершины.

Контролем вычислений служит определение координат вершины 1 по координатам вершины 5 и приращений.

Определить координаты, если дано

$$x_1 = +40.00 \text{ м}, \quad y_1 = +30.00 \text{ м}$$

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{1-2} = +40.00 + 13.61 = +53.61 \text{ м},$$

$$x_3 = x_2 + \Delta x_{2-3} = +53.61 - 27.53 = +26.08 \text{ м},$$

$$x_4 = x_3 + \Delta x_{3-4} = +26.08 + (-125.16) = -99.08 \text{ м},$$

$$x_5 = x_4 + \Delta x_{4-5} = -99.08 + 69.26 = -29.82 \text{ м},$$

$$\text{Контроль: } x_1 = x_5 + \Delta x_{5-1} = -29.82 + 69.82 = 40.00 \text{ м}.$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{1-2} = +30.00 + (-86.11) = -56.11 \text{ м},$$

$$y_3 = y_2 + \Delta y_{2-3} = -56.11 + (-94.46) = -150.57 \text{ м},$$

$$y_4 = y_3 + \Delta y_{3-4} = -150.57 + 99.65 = -50.92 \text{ м},$$

$$y_5 = y_4 + \Delta y_{4-5} = -50.92 + 60.87 = +9.95 \text{ м},$$

$$\text{Контроль: } y_1 = y_5 + \Delta y_{5-1} = +9.95 + 20.05 = 30.00 \text{ м}.$$

Данные заносятся в ведомость координат.

Составление плана полигона по координатам

1. Построить координатную сетку со стороной квадрата в 10 см, определив ее размеры по наибольшим положительным и отрицательным значениям координат полигона.
2. Построить поперечный масштаб 1:1000, которым следует пользоваться для построения всех линий плана.
3. Определив координатные оси, пользуясь ведомостью координат, нанести вершины замкнутого хода.

Пользуясь абрисом рис. 9, наносим ситуацию местности на плане.

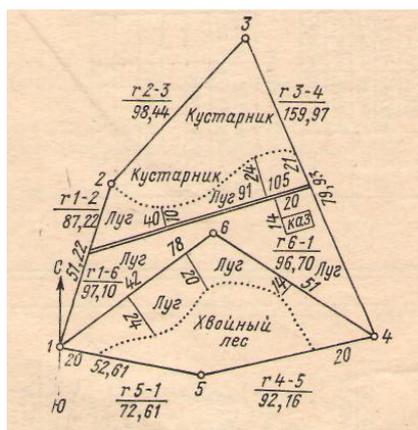


Рис. 9

5. Черной тушью вычерчиваем план полигона с нанесением ситуации в условных знаках, соответствующих масштабу плана 1:1000.
6. Наносим на плане таблицы: ведомость координат и экспликацию угодий с указанием площади в га.
7. Оформление рамки, штампа, всех необходимых надписей производим в соответствии с требованиями. Пример оформления плана полигона приведен на рис.10.

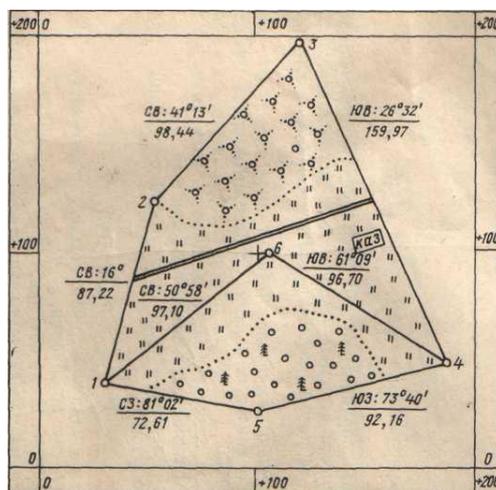


Рис. 10

ЛИТЕРАТУРА

Моргунов Н. Ф., Родионов В. И. Геодезия / Н.Ф. Моргунов, В.И. Родионов. - М.: Недра, 1978.

Руководство по топографической съемке в масштабах 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000 и 1: 500. Высотные сети. М., Недра, 1976 (Главное управление геодезии и картографии).

Большаков В.А. Справочник геодезиста / В. А. Большаков, Г. П. Левчук, Г. В. Багратуни и др. Книга 1 и 2. М.: Недра, 1975.

Моргунов Н.Ф. Задачник по геодезии / Н.Ф. Моргунов, В.И. Родионов.- М.: Недра, 1979.

БАТЧАЕВА Зульфира Хасанбиевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Учебно-методическое пособие для выполнения
расчетно-графических работ
студентами 1-ого курса обучения
по направлению 270800.62 «Строительство».
Профиль 270102 и 270115, «Теодолитная съемка»

Корректор Т.А. Кахунова
Редактор Е.В. Борисова

Сдано в набор 01.03.2014
Формат 60x84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л.
Заказ № 0473.16
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском
центре СевКавГГТА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

РЕЦЕНЗИЯ

на методическое пособие по инженерной геодезии «Теодолитная съемка» Батчаевой Зульфиры Хасанбиевны, преподавателя кафедры ТСПиСМ Северо-Кавказской государственной гуманитарно-технологической академии.

В методическом пособии «Теодолитная съемка» автором даны пояснения и методика выполнения расчетно-графических работ. Приведены примеры расчета и оформления работ. Настоящее пособие является практическим руководством при выполнении расчетно-графических работ для студентов строительных специальностей в течение всего периода обучения по дисциплине «Инженерная геодезия».

В пособии излагается последовательность камеральной обработки результатов теодолитной съемки на конкретном примере и обработка материалов теодолитного хода.

Методическое пособие написано в доступной форме, понятным студентам языке и окажет помощь студентам в процессе обучения.

Методическое пособие составлено на хорошем научно-методическом уровне, отвечает современным требованиям высшей школы и Государственному образовательному стандарту по направлению «Строительство» и рекомендуются к изданию.

Заведующий кафедрой ТСПиСМ

А.С.Багдасаров.