

Лабораторная работа № 8 ПОСТРОЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА ПО МАТЕРИАЛАМ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

По данным полевых измерений, приведенным в журнале тахеометрической съёмки (табл. 1), и абриса (рис. 1) составить план тахеометрической съёмки в масштабе 1:2000 с сечением рельефа через 1,0 м. Отсчеты по вертикальному кругу на пикетные точки взять из табл. 2, дирекционные углы сторон 4–5 и 11–10, координаты и высоты исходных пунктов 5 и 11 – из табл. 3 по вариантам.

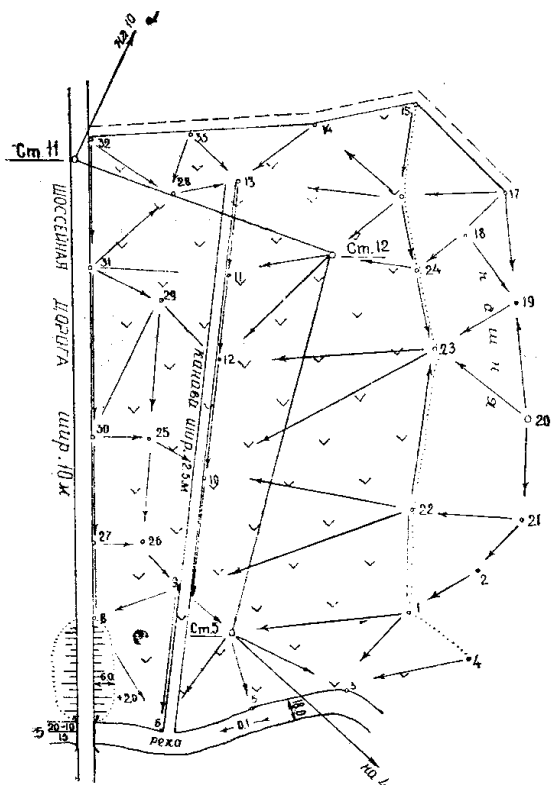


Рис. 1. Абрис тахеометрической съёмки

Планово-высотным съёмочным обоснованием служит тахеометрический ход 5-11-12, проложенный техническим теодолитом. Горизонтальные и вертикальные углы хода измерены одним полным приемом, длины линий – один раз лентой, а контролировались дальномером в прямом и обратном направлениях. При измерении вертикальных углов хода средняя горизонтальная нить наводилась на высоту трехметровой рейки. Отсчеты по горизонтальному кругу производились при наведении перекрестия на основание вехи.

Одновременно с проложением тахеометрического хода производилась съёмка ситуации и рельефа. Максимальное расстояние до речных точек не превышало 200 м, до пикетных – 250 м, что соответствует требованиям действующих инструкций по производству топографических съёмок для целей мелиорации. Съёмка рельефа производилась наклонным лучом визирования. При измерении углов наклона на пикетные точки средняя горизонтальная нить наводилась на высоту прибора.

Задание включает:

- 1) обработку журнала тахеометрической съёмки;
- 2) вычисление высот вершин тахеометрического хода и пикетных точек;
- 3) вычисление координат вершин тахеометрического хода;
- 4) составление плана тахеометрической съёмки в соответствии с общепринятыми условными знаками.

Пример обработки журнала тахеометрической съёмки приведен в табл. 4.

Последовательность выполнения задания и краткие пояснения изложим в следующем порядке:

1. Обработка журнала тахеометрической съёмки.
2. Вычисление высот станций тахеометрического хода и пикетных точек.
3. Вычисление координат станций тахеометрического хода.
4. Составление плана тахеометрической съёмки.

Таблица 1. Журнал тахеометрической съёмки

№ точек визи- рования	Расстояние Д по рейке (Д) лентой, м	Отсчеты по кругу		Углы наклона 0 ' ,	Горизонт. проложения S, м	Превышения, м			Высоты Н, м	Высота наведе- ния, v, м	Приме- чание
		гориз.	верг.			h', м	i-v, м	h=h'+ +i-v, м			
		0 ' ,	0 ' ,								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Станция 5											
	i=1,46	МО=		H _{ст} =							
	Круг право	(КП)									
ст.4		66 33									
ст.12	277	301 20	1 12							3,0	
	Круг лево	(КЛ)									
ст.4		161 18									
ст.12	277	36 06	358 51							3,0	
ст. 12	(277,36)	0 00									
1	77,4	38 30								1,46	
2	142,4	38 30								1,46	
3	71,2	77,45	359 58							1,46	
4	106,5	63 20								1,46	
5	20,8	132 00	00 00							1,46	
6	65,7	199 30	00 20							1,46	
7	110,0	241 30	00 28							1,46	
8	127,2	299 00								1,46	
9	64,5	336 10								1,46	
10	156,0	350 30								1,46	
Станция 12											
	i=1,37	МО=		H _{ст} =							
	Круг право	(КП)									
ст. 5	277	18 02	359 30							3,0	

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ст. 11	250	149 21	2 45							3,0	
				Круг	лево (КЛ)						
ст.5		297 23	0 32							3,0	
ст.11	251	68 41	357 18							3,0	
ст.11	(250,40)	0 00									
11	42,6	0 00	359 37							1,37	
12	56,0	254 15	0 55							1,37	
13	95,0	24 55	359 18							1,37	
14	143,5	43 00	358 45							1,37	
15	146,0	57 55								1,37	
16	71,5	73 45								1,37	
17	148,2	98 45								1,37	
18	79,6	121 10								1,37	
19	122,7	145 00	358 57							1,37	
20	150,0	168 05								1,37	
21	172,1	182 45								1,37	
22	139,5	203 30								1,37	
23	72,4	182 45	359 45							1,37	
24	47,0	162 05								1,37	
25	98,4	286 35								1,37	
26	161,5	260 30								1,37	
27	149,0	286 35	358 36							1,37	
Станция 11											
	i=1,50	МО=0		Н _{ст} =							
		Круг	право	(КП)							
ст.12		137 17	358 02							3,0	
ст. 10		12 01									
		Круг	лево	(КЛ)							

ср.12		101 53		2 00						3,0	
ср.10		336 37									
ср. 12		0 00									
28	93,0	0 00								1,50	
29	170,0	16 10								1,50	
30	170,0	32 40								1,50	
31	91,5	28 00								1,50	
32	19,0	341 30								1,50	
33	98,0	327 30								1,50	

Таблица 2 Отсчеты по вертикальному кругу на пикетные точки по вариантам

Варианты	Пикеты										
	1 0 ,	2 0 ,	4 0 ,	8 0 ,	9 0 ,	10 0 ,	15 0 ,	16 0 ,	17 0 ,	18 0 ,	20 0 ,
1	358 56	357 38	358 43	358 42	359 03	359 00	358 21	357 26	355 52	356 07	357 53
2	358 41	357 23	358 48	358 47	359 18	359 14	358 06	357 11	355 37	355 52	357 38
3	358 51	357 33	358 58	358 07	359 08	359 01	358 16	357 21	355 47	356 02	357 48
4	358 37	357 19	358 44	358 33	359 14	359 07	358 02	357 07	355 33	355 48	357 34
5	358 46	357 28	358 53	358 52	359 13	359 10	358 11	357 16	355 42	355 57	357 43
6	358 55	357 37	358 02	358 44	359 12	359 05	358 20	357 25	355 51	356 06	357 52
7	358 50	357 32	358 57	358 46	359 17	359 10	358 15	357 20	355 46	356 01	357 47
8	358 34	357 16	358 41	358 30	359 16	359 14	357 59	357 04	355 30	355 45	357 31
9	358 43	357 25	358 50	358 39	359 19	359 13	358 08	357 13	355 39	355 54	357 40
10	358 30	357 12	358 37	358 46	359 27	359 20	357 55	357 00	355 26	355 41	357 21
11	358 38	357 20	358 45	358 34	359 45	359 48	358 03	357 08	355 24	355 49	357 45
12	358 49	357 31	358 56	358 45	359 19	359 10	358 14	357 19	355 45	356 00	357 46
13	358 44	357 26	358 51	358 36	359 21	359 20	358 09	357 14	355 40	355 55	357 41
14	358 35	357 17	358 42	358 41	359 18	359 15	358 00	357 05	355 31	355 46	357 32
15	358 47	357 29	358 54	358 50	359 24	359 17	358 12	357 07	355 43	355 58	357 44
16	358 53	357 35	358 40	358 49	359 16	359 10	358 18	357 23	355 49	356 04	357 50
17	358 42	357 24	358 49	358 38	359 19	359 20	358 07	357 12	355 38	355 53	357 39
18	358 32	357 14	358 39	358 48	359 29	359 25	358 57	357 02	355 28	355 43	357 29
19	358 36	357 18	358 43	358 42	359 13	359 08	358 01	357 06	355 32	355 47	357 33
20	358 45	357 24	358 52	358 51	359 22	359 20	358 10	357 15	355 41	355 66	357 42
21	358 40	357 22	358 47	358 50	359 08	359 03	358 05	357 10	355 36	355 51	357 37
22	358 52	357 34	358 59	358 48	359 10	359 12	358 17	357 22	355 48	356 03	357 49
23	358 33	357 15	358 44	358 49	359 24	359 23	357 58	357 03	355 28	355 44	357 30
24	358 54	357 36	358 21	358 40	359 15	359 14	358 19	357 24	355 50	356 05	357 51
25	358 48	357 30	358 55	358 34	359 05	359 00	358 13	357 18	355 44	355 59	357 48
26	358 39	357 21	358 46	358 35	359 16	359 07	358 04	357 08	355 35	355 50	357 36
27	358 31	357 13	358 38	358 47	359 18	359 11	357 55	357 01	355 27	355 42	357 28
28	358 57	357 39	358 24	358 42	359 24	359 17	357 50	356 54	355 18	355 35	357 21

Окончание табл. 2

Варианты	Пикеты										
	21 0 ,	22 0 ,	24 0 ,	25 0 ,	26 0 ,	28 0 ,	29 0 ,	30 0 ,	31 0 ,	32 0 ,	33 0 ,
1	358 34	359 39	358 37	359 58	0 12	3 53	1 46	2 52	2 20	4 36	2 56
2	358 19	359 24	358 22	359 43	359 57	4 08	2 02	3 06	2 25	4 27	3 11
3	358 29	359 34	358 32	359 53	0 07	3 58	1 51	2 56	2 15	4 40	3 01
4	358 15	359 20	358 18	359 39	359 53	4 12	2 05	3 10	2 28	4 32	3 15
5	358 24	359 29	358 27	359 48	0 02	4 02	1 56	3 01	2 20	4 21	3 06
6	358 33	359 38	358 36	359 57	0 11	3 54	1 47	2 52	2 11	4 26	2 57
7	358 28	359 33	358 31	359 52	0 06	3 59	1 52	2 57	2 16	4 35	3 02
8	358 12	359 17	358 15	359 36	359 50	4 15	2 08	3 13	2 32	4 14	3 18
9	358 21	359 26	358 24	359 45	359 59	4 06	1 59	3 04	2 23	4 29	3 09
10	358 08	359 13	358 11	359 32	359 46	4 13	2 12	3 17	2 36	4 19	3 22
11	358 16	359 21	358 19	359 40	349 54	4 04	2 04	3 09	2 28	4 33	3 14
12	358 27	359 38	358 30	359 51	0 05	4 02	1 53	2 58	2 17	4 24	3 03
13	358 22	359 27	358 25	359 46	0 00	3 57	1 58	3 03	2 22	4 15	3 08
14	358 13	359 18	358 16	359 37	359 51	4 16	2 07	3 12	2 31	4 20	3 17
15	358 25	359 30	358 18	359 39	0 03	4 19	1 55	3 00	2 19	4 23	3 05
16	358 31	359 36	358 34	359 55	0 09	4 11	1 49	2 54	2 13	4 17	2 59
17	358 20	359 20	358 23	359 44	359 58	4 00	2 00	3 05	2 24	4 28	3 10
18	358 10	359 15	358 13	359 34	359 48	4 05	2 10	3 15	2 34	4 38	3 20
19	358 14	359 19	358 17	358 38	359 52	4 14	2 06	3 11	2 30	4 34	3 16
20	358 23	359 28	358 26	359 47	0 01	4 02	1 57	3 02	2 21	4 25	3 07
21	358 18	359 23	358 21	359 42	359 56	3 56	2 01	3 07	2 26	4 30	3 12
22	358 30	359 35	358 33	359 54	0 08	4 07	1 50	2 55	2 14	4 18	3 00
23	358 11	359 16	358 14	359 35	359 49	4 17	2 09	3 14	2 33	4 37	3 19
24	358 32	359 38	358 35	359 56	0 10	3 55	1 48	2 53	2 12	4 16	2 58
25	358 26	359 31	358 29	358 50	0 04	4 01	1 54	2 59	2 18	4 22	3 04
26	358 17	359 22	358 20	359 41	359 55	4 10	2 03	3 08	2 27	4 31	3 13
27	358 09	359 14	358 12	359 33	359 47	4 18	2 11	3 16	2 35	4 39	3 21
28	358 00	359 05	358 07	359 18	359 32	4 20	1 45	2 51	2 08	4 34	2 53

Таблица 3 Исходные данные по вариантам

№ варианта	X ₅	У ₅	X ₁₁	У ₁₁	$\alpha_{0r}^{4,5}$	$\alpha_{0r}^{11,10}$	H ₅	H ₁₁
1	5287,74	7658,98	5703,64	7417,52	298 ⁰ 05',8	358 ⁰ 55',8	45,44	59,69
2	4901,95	7814,68	5329,43	7594,38	300 57 ,3	1 48 ,5	48,18	62,42
3	4508,83	7950,83	4946,82	7752,25	303 50 ,1	4 41 ,0	41,94	56,17
4	4109,38	8067,10	4556,75	7890,73	306 42 ,8	7 33 ,0	40,21	54,43
5	3704,60	8163,18	4160,25	8009,47	309 35 ,5	10 26 ,0	52,33	66,54
6	3295,51	8238,84	3758,30	8108,18	312 27 ,0	13 18 ,0	56,61	70,81
7	2883,14	8293,89	3351,90	8186,60	315 20 ,0	16 10 ,5	44,08	58,27
8	2468,53	8328,18	2942,08	8244,54	318 12 ,7	19 03 ,0	53,68	67,83
9	2052,72	8341,63	2529,87	8281,85	321 05 ,5	21 55 ,8	58,52	72,68
10	1632,76	8334,21	2116,31	8298,44	323 57 ,4	24 48 ,0	42,76	56,93
11	1221,70	8305,94	1702,44	8294,27	326 49 ,8	27 40 ,8	60,60	74,80
12	808,58	8256,88	1289,30	8269,34	329 42 ,3	30 33 0	54,10	68,31
13	1398,44	8187,16	1877,92	8223,72	332 35 ,6	33 25 ,6	62,88	77,10
14	1991,05	8147,11	2468,09	8207,68	335 28 ,0	36 18 ,3	59,97	74,20
15	1584,92	8136,84	2058,33	8221,26	338 19 7	39 10 ,9	63,01	77,32
16	1179,81	8106,21	1648,40	8214,27	341 12 ,7	42 03 ,0	68,99	83,29
17	1776,76	8055,30	2239,34	8186,73	344 05 ,0	44 56 ,0	75,11	89,30
18	1375,51	8034,40	1830,91	8188,86	346 57 ,8	47 48 ,8	79,39	93,67
19	975,81	7993,40	1422,89	8170,51	349 50 ,0	50 41 ,0	81,02	95,29
20	1578,67	7932,41	2016,31	8131,72	352 42 ,7	53 33 ,1	99,26	113,52
21	1183,83	7901,73	1610,92	8122,74	355 35 ,0	56 26 ,0	65,33	79,58
22	791,03	7851,28	1206,50	8093,44	358 28 ,0	5918 ,1	74,19	88,43
23	496,11	7886,08	898,91	8148,78	1 20 ,0	62 11 ,0	80,77	95,00
24	1098,68	7951,19	1487,80	8233,76	4 12 ,5	65 03 ,7	98,09	112,31
25	1697,23	8046,44	2071,68	8348,17	7 05 ,5	67 55 ,8	66,81	80,88
26	2290,25	8171,59	2649,09	8491,73	9 57 ,6	70 48 ,4	78,69	92,89
27	2876,24	8326,33	3218,58	8664,07	12 50 ,0	73 40 ,9	84,08	98,16
28	3453,74	8510,27	3778,70	8864,75	15 42 ,,5	76 33 ,0	97,78	111,99

1. ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

1.1. Составить схематический чертеж тахеометрического хода, на котором указать исходные данные (рис. 2).

1.2. Вычислить значения горизонтальных углов при КП и КЛ, выписать их средние значения в графу «Примечание» журнала тахеометрической съёмки (табл. 4) и на схему (рис. 2).

При каждом положении круга значения углов определяются по следующей формуле:

$$\beta = a - b, \quad (1)$$

где a – отсчет по горизонтальному кругу теодолита при наведении зрительной трубы на заднюю точку;

b – то же на переднюю точку.

Например, на станции 5 (табл. 4) значение горизонтального угла при КП равно $132^{\circ}43',0$, среднее – $132^{\circ}43',2$. Их значения записаны в колонке «Примечание» журнала, а среднее из них и на схеме (рис. 2).

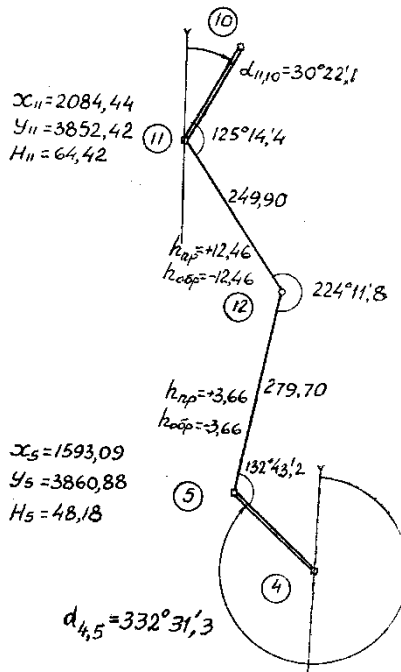


Рис. 2. Схема плано-высотного съёмочного обоснования

Таблица 4. Журнал тахеометрической съёмки

№ точек визи- рова- ния	Расстоя- ние Д по рейке (Д) лентой, м	Отсчеты по кру- гам		Углы наклон а v ° ' "	Гори- зон- таль- ное проло- жение S, м	Превышения, м			Вы- соты H, м	Вы- сота наве- дения V, м	Примечание
		гори- зон- таль- ному ° ' "	верти- каль- ному ° ' "			h'	i-v	h=h'+ i-v			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Станция К 5											
		i=1,46	МО=	0°01	H _{ст} =	48,18					
Круг право (КП)											
ст. 4		228 ⁰ 26,5									132 ⁰ 43,5
ст. 12	280	95 ⁰ 43	1 05	+1 04	279,76	+5,20	-1,54	+3,66		3,0	<u>132⁰43</u> 132 ⁰ 43,2
Круг лево (КЛ)											
ст. 4		311 ⁰ 53									
ст.12	279	179 10	358 57							3,0	
	(279,80)										
1	77,4	38 30	358 51	+1 10	77,4	+0,58	0	+1,58	49,76	1,46	
2	142,4	38 30	357 33	+2 28	142,0	+6,11	0	+6,11	54,29	1,46	
3	71,2	77 45	359 58	+0 03	71,2	+0,06	0	+0,06	48,24	1,46	

1.3. По отсчетам вертикального круга, записанным в графе 4 табл. 4, вычислить для каждой станции место нуля вертикального круга (МО) по формуле

$$MO = \frac{KL + KP - 360^0}{2}. \quad (2)$$

Для нашего примера

$$MO = \frac{1^005 + 358^057,0 - 360^0}{2} = 0^001',0.$$

Если на станции отсчеты по вертикальному кругу снимались на обе точки (заднюю и переднюю), то МО вычисляется дважды. Расхождение между его значениями не должно превышать $2t$, где t – точность теодолита. По полученным двум значениям вычисляем среднее и принимаем его как МО станции.

1.4. Из табл. 2 переписать в колонку 4 журнала тахеометрической съёмки отсчеты по вертикальному кругу на пикетные точки в соответствии со своим вариантом.

1.5. По формулам

$$v = KP - MO, \quad (3)$$

$$v = MO - KL \quad (4)$$

вычислить значения углов наклона при наблюдениях со станций на остальные точки и записать их в графу 5 табл. 1. Так, угол наклона со станции 5 на станцию 12 будет

$$v = 1^005' - 0^001' = +1^004'$$

или

$$v = (0^001' + 360^0) - 358^057' = +1^004'.$$

В последнем случае к месту нуля следует всегда прибавлять 360^0 , так как отсчет при круге лево находится в последней четверти делений вертикального круга. В остальных случаях 360^0 к МО не прибавляется. Поскольку отсчеты по вертикальному кругу на пикетные точки выполнены при круге лево, то углы наклона на эти точки вычисляются по формуле (4).

1.6. Определить превышения со станций на остальные точки (пикетные и соседних станций), а также горизонтальные проложения S по расстояниям D , взятым по рейке.

Определение превышений выполняется в соответствии с формулой тригонометрического нивелирования.

$$h_j = h' + i - v, \quad (5)$$

где

$$h' = \frac{1}{2} D' \sin 2v, \quad (6)$$

i – высота прибора,

v – отсчет по рейке, на которую наводилась труба теодолита,

D' – расстояние, взятое по рейке.

Горизонтальное проложение S между точками тригонометрического нивелирования определяется по формуле:

$$S = D \cos v = D' \cos^2 v. \quad (7)$$

Находим теперь значение $i - v$. В данном случае для станции 5 эта разность будет $1,46 \text{ м} - 3,00 \text{ м} = -1,54 \text{ м}$. Суммируя эту разность с h' , по формуле (5) находим окончательное значение превышения $3,66 \text{ м}$.

Записываем это значение в колонку 9 напротив станции 12.

При вычислении h' следует помнить, что знак этой величины соответствует знаку угла наклона. Поправки в превышения за десятые доли метра в дальномерном расстоянии всегда увеличивают абсолютную величину h' . Углы наклона на пикетные точки со станции вычисляем по формуле (4), так как отсчеты по вертикальному кругу на них взяты при КЛ. Следует учесть, что при съёмке этих точек $i = v$, поэтому здесь $h = h'$.

В тех случаях, когда наклонные расстояния со станции на станцию измерялись лентой, горизонтальные проложения следует вычислять по ним. Так, измеренное лентой наклонное расстояние D со станции 5 на станцию 12 равно $279,80 \text{ м}$. Соответствующее ему горизонтальное проложение S при $v = 1^{\circ}04'$ равно:

$$S = 0,99986 \cdot 279,80 = 279,76 \text{ (м)}.$$

Записываем это значение в графу 6 табл. 4 для станции 12, а также на схему плано-высотного съёмочного обоснования (рис. 2).

2. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЫСОТ СТАНЦИЙ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА И ПИКЕТНЫХ ТОЧЕК

2.1. Для вычисления необходимо составить ведомость (табл. 5).

Таблица 5. Ведомость вычисления высот станций тахеометрического хода

Номера точек	Горизонт. проложения, м	Превышения, м				Высоты станций, Н, м
		h _{пр}	h _{обр}	h ^v _{ср}	h _{испр}	
1	2	3	4	5	6	7
5				+0,06		48,18
	279,75	+3,66	-3,68	+3,67	+3,73	
12				0,05	+0,05	51,91
	249,90	+12,46	-12,46	+12,46	+12,51	
11						64,42
$\sum_1^n S = 529,65$ $\sum_1^n S_0 = 5,30$		$\sum_1^n h_{ср} = 16,13 м; \sum_1^n h_{испр} = 16,24$ $H_K - H_H = 16,24 м$ $f_h = -0,11 м$				$f_{h, доп} = 0,04 \frac{\sum_1^n S_0}{\sqrt{n}} =$ $= 0,04 \frac{5,30}{\sqrt{2}} = 0,15 м.$

15

В графу 7 табл. 5 выписать высоты исходных точек 5 и 11, взятые для своего варианта из табл. 3. Горизонтальные проложения выбрать из журнала тахеометрической съёмки. Там же выбрать прямые и обратные превышения: со станции 5 на станцию 12 прямое, а со станции 12 на станцию 5 – обратное. Если расхождение между абсолютными значениями прямого и обратного превышений допустимы, т.е.

$$|h_{пр}/-h_{обр}| \leq 0,0004D, \quad (8)$$

где h и D взяты в метрах, то вычислить среднее из них по абсолютной величине и со знаком прямого записать в графу 5 (табл. 5).

2.2 Вычислить невязку и ее допустимость по следующим формулам:

$$f_h = \sum_1^n h_{ср} - (H_K - H_H); \quad (9)$$

$$f_{h, доп} = \frac{0,04 \sum_1^n S_0}{\sqrt{n}} (м), \quad (10)$$

где H_K и H_H – высоты конечного (ст. 11) и начального пунктов (ст. 5);

$\sum_1^n S_0$ – длина хода в сотнях метров;

n – число сторон хода.

2.3 Невязку распределить с обратным знаком в средние превышения пропорционально длинам S_i сторон хода. Поправки вычислить по формуле:

$$v_i = -\frac{f_h}{\sum_1^n S_i} \quad (11)$$

и записать с точностью до 0,01 м над средними превышениями. Найти исправленные превышения:

$$h_i = h_{cpi} + v_i, \quad (12)$$

а по ним высоты станций по формуле:

$$H_{i+1} = H_i + h_i. \quad (13)$$

Контроль правильности вычислений заключается в равенстве вычисленного значения H_k его заданному значению.

2.4 Вычисленные высоты станций записать в журнал тахеометрической съёмки. После этого вычислить высоты пикетных точек по формуле:

$$H_j = H_{cm} + h_j, \quad (13)$$

где j – номер пикетной точки;

h_j – превышение со станции на эту пикетную точку.

В нашем примере на станции 5: $H_1=48,18+1,58=49,76$ м,
 $H_2=48,18+6,11=54,29$ м и т. д.

3. ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ СТАНЦИЙ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА

Вычисление координат станций выполняют в ведомости вычисления координат (табл. 6) в следующем порядке.

3.1. Выбрать из журнала тахеометрической съёмки или схемы плано-высотного обоснования средние значения горизонтальных углов на станциях 5, 12, 11, горизонтальные проложения и выписать их в графы 2 и 4 ведомости вычисления координат. В графы 3, 7, 8 выписать исходные дирекционные углы $\alpha_{4,5}$, $\alpha_{11,10}$ и координаты X и Y исходных точек 5 и 11. Эти значения выбрать по вариантам из табл. 3.

3.2. Вычислить угловую невязку тахеометрического хода по формуле:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta_{np} - \sum_1^n \beta_{теор}, \quad (14)$$

где

$$\sum_1^n \beta_{теор} = \alpha_n + 180n - \alpha_k; \quad (15)$$

$\sum_1^n \beta_{np}$ – сумма измеренных углов;

α_n, α_k – дирекционные углы начальной и конечной сторон хода;
 n – число углов.

Допустимость угловой невязки установить по формуле:

$$f_{\beta доп} = 2t' \sqrt{n}. \quad (16)$$

3.3. Распределить невязку f_{β} (в случае допустимости) поровну на каждый угол с обратным знаком.

Получить поправки по формуле:

$$V_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n} \quad (17)$$

и выполнить контроль

$$\sum_1^n V_{\beta} = -f_{\beta}. \quad (18)$$

3.4. Вычислить дирекционные углы сторон тахеометрического хода по формуле:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^0 - \beta_i, \quad (19)$$

где α_i, α_{i+1} – соответственно дирекционные углы предыдущей и последующей сторон хода;

β_i – правый по ходу угол.

Вычисления начинаем с дирекционного угла исходной стороны 4–5, и заканчиваем получением дирекционного угла исходной стороны 11–10, значение которого должно совпадать с заданным.

3.5. Вычислить приращения координат сторон хода по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= S \cos \alpha \\ \Delta Y &= S \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

3.6. Вычислить невязки f_x и f_y в приращениях координат, абсолютную f_p и относительную $\frac{f_p}{P}$ невязки хода по формуле:

$$\left. \begin{aligned} f_x &= \sum_1^n \Delta X - (X_K - X_H) \\ f_y &= \sum_1^n \Delta Y - (Y_K - Y_H) \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

$$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (22)$$

Таблица 6. **Ведомость вычисления координат станций тахеометрического хода**

№ то-чек	Углы	Дирекцион-ные углы	г	Приращения		Координаты	
			Длины ли-ний	ΔX	ΔY	X	Y
4							
	-0',1	332°31',3					
5	132°43',2					1593,09	3860,88
		19°48',2	CB19°48',2	+0,30	-0,02		
	-0',1		279,76	+263,15	+94,76		
12	224°11',8		C324°23',5	+0,20	-0,02	1836,54	3955,62
		335°36',5	249,90	+227,60	-103,18		
11	125°14',4					2084,34	3852,42
		30°22',1	P=529,66				
	$\sum_1^n \beta_{np} = 482°09',4$		$\sum_1^n \Delta X = +490,75$	$\sum_1^n \Delta Y = -8,42$			
	$\sum_1^n \beta_{месп} = \alpha_n - \alpha_x + 180n = 482°09',2$		$X_K - X_H = +491,25$	$Y_K - Y_H = -8,46$			
	$f_\beta = +0',2$		$f_x = -0,50$	$f_y = +0,04$			
			$f_p = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 0,50$				
	$f_\beta = 2\sqrt{3} = 3',4$		$\frac{f_p}{P} = \frac{1}{1000}$	$\frac{f_{доп}}{P} = \frac{1}{1000}$			

$$\frac{f_p}{P} = \frac{1}{N}, \quad (23)$$

где $\sum_1^n \Delta X$; $\sum_1^n \Delta Y$ – сумма приращений координат;

X_n, Y_n, X_k, Y_k – координаты начальной и конечной точек хода;
 P – периметр хода, $N = P:f_p > 1000$.

Поправки в приращения координат вычисляются по формулам:

$$V_{\Delta X_i} = -\frac{f_x}{\sum_1^n S} S_i; \quad V_{\Delta Y_i} = -\frac{f_y}{\sum_1^n S} \cdot S_i. \quad (24)$$

Контроль вычисления поправок выполняется по формулам:

$$\sum_1^n V_{\Delta X} = -f_x; \quad \sum_1^n V_{\Delta Y} = -f_y. \quad (25)$$

Найти исправленные приращения координат $\Delta X_{\text{испр}} = \Delta X + V_{\Delta X}$;
 $\Delta Y_{\text{испр}} = \Delta Y + V_{\Delta Y}$, затем координаты станций хода по формулам $X_{i+1} =$

$X_i + \Delta X_{\text{испр}}$; $Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{\text{испр}}$.

Правильность всех вычислений устанавливается совпадением вычислительных координат X_k, Y_k конечной точки хода с их исходными значениями.

Для рассматриваемого примера результаты вычислений приведены в табл. 6.

4. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

Для составления плана необходимы линейка Дробышева, геодезический транспортир, масштабная линейка, циркуль-измеритель, треугольник, простые карандаши марки 3Т-5Т, калька для изготовления палетки, чертежная бумага.

4.1. Рассчитать размер листа чертежной бумаги по формулам

$$\left. \begin{aligned} S_x &= \frac{(X_c - X_{ю})}{M} \cdot 100 + 10 \\ S_y &= \frac{(Y_6 - Y_3)}{M} \cdot 100 + 10 \end{aligned} \right\}. \quad (25)$$

В этих формулах X_c , $X_{ю}$, $Y_в$, $Y_з$ – координаты в метрах соответственно самых крайних точек с севера, юга, востока и запада, $M = 2000$ – знаменатель масштаба, 10 см – место для подписей (5 см снизу и 5 см сверху); S_x и S_y – длина и ширина листа в сантиметрах.

4.2. По известным правилам (линейкой Дробышева или способом диагоналей) построить координатную сетку.

4.3. Подписать линии координатной сетки, так, чтобы план размещался в центре планшета. Для нашего примера это показано на рис. 5.

4.4. Нанести по координатам на план точки съёмочного обоснования ст. 5, ст. 12, ст. 11 и подписать их высоты. Для этого вначале найти квадрат, в котором лежит точка. Отыскав, например, квадрат для точки 5 по его вертикальным сторонам, откладываем в масштабе плана (1:2000) расстояние 93,09 м. Прикладывая к полученным меткам линейку, по оси откладываем от вертикальной линии 3800 расстояние 60,88 м. В намеченной точке измерителем делаем накол диаметром 0,1 мм, обводим его кружочком диаметром 1 мм и подписываем номер точки. Нанесение каждой пары точек контролируется измерением расстояния между ними. Его значение не должно отличаться от записанного в журнале не более, чем на 0,3 мм.

20

4.5. Пользуясь геодезическим транспортиром и масштабной линейкой, нанести на план пикеты, подписать их высоты, вычертить в условных знаках ситуацию.

Для нанесения пикетов используют журнал тахеометрической съёмки и абрис. Горизонтальные углы, горизонтальные расстояния выбирают соответственно из граф 3 и 6 табл. 1 для каждого пикета. Для нулевого направления отсчет при КЛ равен $0^000'$. Например, для нанесения пикетов на станции 5 центр транспорта совмещаем с точкой 5, а нулевое деление – с нулевым направлением (в данном случае с направлением ст. 5 – ст. 12). На транспорте по ходу часовой стрелки отмечаем направления на пикеты, взятые из графы 3, для каждого из них. Вдоль направлений откладываем горизонтальные расстояния от станции до этих пикетов. Полученные точки накалываем измерителем (диаметр накола должен быть не более 0,1 мм) и используем их для изображения элементов ситуации в соответствии с абрисом.

4.6. Рельеф отобразить горизонталями, проведенными через 0,5 м. Интерполирование горизонталей между точками с известными высотами выполнить в соответствии с абрисом, только по направлениям, указанным стрелками. Для графического интерполирования выполнить на кальке палетку из параллельных линий. Высоты каждой из линий

подписываются через 0,5 м. Высоту нижней определить по высоте самой низкой точки плана, округленной до меньшего значения, кратного 0,5 м. Например, если самая низкая точка плана равна 76,73 м, то нижняя линия палетки будет иметь высоту 76,5 м.

4.7. Вычертить план в туши в соответствии с условными знаками. При этом необходимо обратить внимание на следующее. Толщина горизонталей должна находиться в пределах 0,1–0,15 мм. Горизонталы, кратные пяти сечениям рельефа, утолщить до 0,3 мм. В разрезе этих горизонталей коричневой тушью подписать их высоты, располагая цифры основанием к понижению рельефа. Номера пикетов не подписывать. Дополнительно на плане записать округленные до 0,1 м высоты станций и пикетов, находящиеся в характерных точках рельефа (вершины холмов, дно котловин, седловины, водоразделы и тальвег, урезы воды). Бергштрихами длиной 1 мм указать направления ската.

21

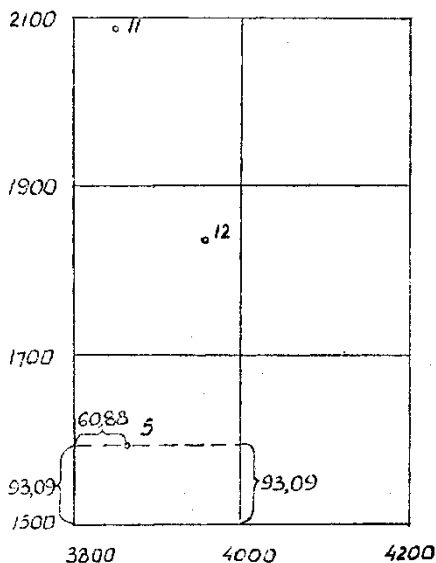


Рис. 4. Нанесение точек на план по координатам

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чем отличается тахеометрический ход от теодолитного?
2. Как производить тахеометрическую съёмку, если местность открытая, рельеф равнинный, а при трубе теодолита имеется цилиндрический уровень?
3. Какие теодолиты других конструкций могут быть использованы для тахеометрической съёмки?
4. Можно ли стороны тахеометрического хода измерять нитяным дальномером теодолитов? Как это повлияет на допустимую длину хода и его допустимые невязки (плановую и высотную)?
5. Почему МО вертикального круга не остается постоянным в процессе измерений на разных станциях? Какие колебания МО допустимы?
6. Как вы представляете положительный и отрицательный углы наклона? Как влияет знак угла наклона на знак превышения?
7. Когда угол наклона визирного луча при наблюдении на рейку будет равен углу наклона линии местности?
8. Почему прямые и обратные превышения, вычисленные по измеренным углам сторон тахеометрического хода, не равны по абсолютной величине и противоположны по знаку?
9. Какую можно допускать ошибку в отметке наиболее слабой (наиболее удаленной от исходных) точки тахеометрического хода в зависимости от высоты сечения рельефа?
10. Когда при тахеометрической съёмке необходимо применять геометрическое нивелирование для получения высот всех или отдельных точек хода?
11. Почему высоты точек тахеометрического хода в данном случае достаточно вычислять с точностью до сантиметров, а не миллиметров как при геометрическом нивелировании?
12. По какой формуле находилась невязка превышений тахеометрического хода?
13. Почему невязка превышений распределяется здесь пропорционально значениям длин линий?
14. Как вычислить невязку превышений хода, если он будет замкнутым?
15. Как вычислить угловую невязку хода, если учитывать его левые углы?
16. Какова точность откладывания направления с помощью геодезического транспортира при нанесении пикетных точек на план?

17. Как вычисляются высоты пикетных точек?
18. Почему при составлении абриса в процессе тахеометрической съёмки необходимо показать направления скатов местности или линии, по которым нужно интерполировать горизонтали?
19. Как контролируется тахеометрическая съёмка?
20. Какие ошибки в высотах контрольных пикетных и контурных точек можно допускать при полевой приемке плана тахеометрической съёмки?
21. Каков контроль вычисления координат и высот точек хода?
22. Как определяется величина D (длина визирного луча, см. табл. 1)?
23. Почему, если линия измерялась лентой, то $S = D \cos v$, а если нитяным дальномером, то $S = D' \cos^2 v$?
24. Какими способами можно строить координатную сетку для рассматриваемого плана? Как произвести контроль правильности ее построения?
25. Как произвести контроль правильности нанесения точек хода по их координатам?

ЛИТЕРАТУРА

1. Подшивалов, В. П. Инженерная геодезия: учебник для студентов учреждений высшего образования по строительным специальностям / В. П. Подшивалов, – М. С. Нестеренок. – 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 463 с.
2. Нестеренок, М. С. Инженерная геодезия / М. С. Нестеренок. – Минск, 2009. – 66 с.
3. Геодезия. /А. В. Маслов [и др.] – М.: Колос, 2006. – 598 с.
4. Инженерная геодезия / Е. Б. Клошин [и др.]. - М.: Высшая школа, 2000. – 464 с.
5. Инженерные изыскания для строительства. СНБ 1.02.01-96. – Минск, 1996. – 110 с.
6. Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500. ГКНП 02-004-2010. – Минск, 2010. – 22 с.
7. Инженерные изыскания для строительства. Условные обозначения для инженерно-топографических планов масштабов 1:1000, 1:500, 1:200. ТКП 45-1.02-293-2014– Минск, 2014. – 138 с.

