

ИГРИМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

**КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ
ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ**

Методические указания
к выполнению
расчетно-графической работы

**ПМ.04. Геодезическое обеспечение строительства
нефтегазопроводов и газонефтехранилищ**

Иgrim, 2015г.

Методические рекомендации разработаны на основе

Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по программе подготовки специалистов среднего звена углубленного уровня (ППССЗ) 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 12.05.2014г №484.

Разработчик:

Федорова И.П., преподаватель, первой квалификационной категории, Бюджетного учреждения профессионального образования Ханты-Мансийского автономного округа - Югры «Игримский политехнический колледж»

Рассмотрено и рекомендовано:

Цикловой комиссией (ЦК) «Транснефтегаз»

Протокол №1от «29» августа 2015г

Председатель ЦК А.И. Грудо

Одобрено и рекомендовано

к изданию:

на заседании Методического совета,
заместитель директора колледжа по УПР

Л.А. Неугодникова

Введение

Теодолитной съемкой называется комплекс работ по получению контурного плана местности при помощи теодолита и мерных линейных приборов. Теодолитная съемка является одним из видов горизонтальной съемки. Она выполняется в масштабах 1:2000 и крупнее на застроенных территориях и предназначена для определения взаимного положения объектов на местности в плане. В народном хозяйстве теодолитная съемка применяется на всех этапах проектирования, строительства и эксплуатации объекта.

Изложена последовательность камеральной обработки результаты теодолитной съемки на конкретном примере

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Подготовительный этап

Цель настоящей лабораторной работы – познакомить студента с организацией полевых работ при выполнении теодолитной съемки и научить самостоятельно выполнять камеральные работы по результатам полевых работ.

Учитывая, что работа выполняется студентами I-го курса, не имеющих навыков работы с вычислительной техникой и вычерчивания топопланов, в методических указаниях изложение материала дано на конкретном примере. С целью развития навыков самостоятельной работы и творческих способностей студентов каждый из них обеспечивается индивидуальным вариантом, составленным на ЕС ЭВМ 1022, контрольный счет которого находится у преподавателя, что позволяет студенту получать оперативную консультацию у преподавателя.

Перед началом работы студент должен:

- изучить теоретический материал по теме «Теодолитная съемка» (I, с. 315-322; 2, с. 201-225) на уровне представлений;
- знать геометрию в объеме средней школы на уровне воспроизведения;
- уметь определять по таблицам натуральные значения тригонометрических функций (3);
- уметь работать с вычислительной техникой;

- иметь опыт работы с масштабной линейкой;
- знать и воспроизводить топографические знаки при вычерчивании планов.

2. Организация полевых работ при теодолитной съемке

Приборы и оборудование, необходимые для выполнения полевых работ при теодолитной съемке:

Теодолит с точностью отсчитывания не ниже 30".

Рулетка РК-50.

Вешки 2 шт.

Рейки 2 шт.

Эккер.

Для проведения полевых работ комплектуется бригада в составе 4 человек: исполнитель, помощник, рабочие (2 человека).

Пусть требуется выполнить теодолитную съемку на участке местности $ABCD$ (рис.1), где имеется 4 пункта полигонометрии (41, 42, 46, 47), которые надежно закреплены на местности и имеют плановые координаты X и Y . исполнитель принял решение создать съемочную сеть по схеме разомкнутого теодолитного хода, опирающегося на две исходные стороны : пп 41 – пп 42 (начальная) до пп 46 – пп 47 (конечная). Вершины теодолитного хода 1, 2, 3 закреплены на местности, и их координаты необходимо определить.

Левые горизонтальные углы на точках 41, 1, 2, 3, 46 измерены теодолитом одним полным приемом, а длины линий теодолитного хода – рулеткой РК-50 в прямом и обратном направлениях. Средний результат и углы наклона линии к горизонту более 2 измерены и занесены в табл. I.

съемка ситуации производилась способами угловых и линейных засечек, полярных координат и перпендикуляров.

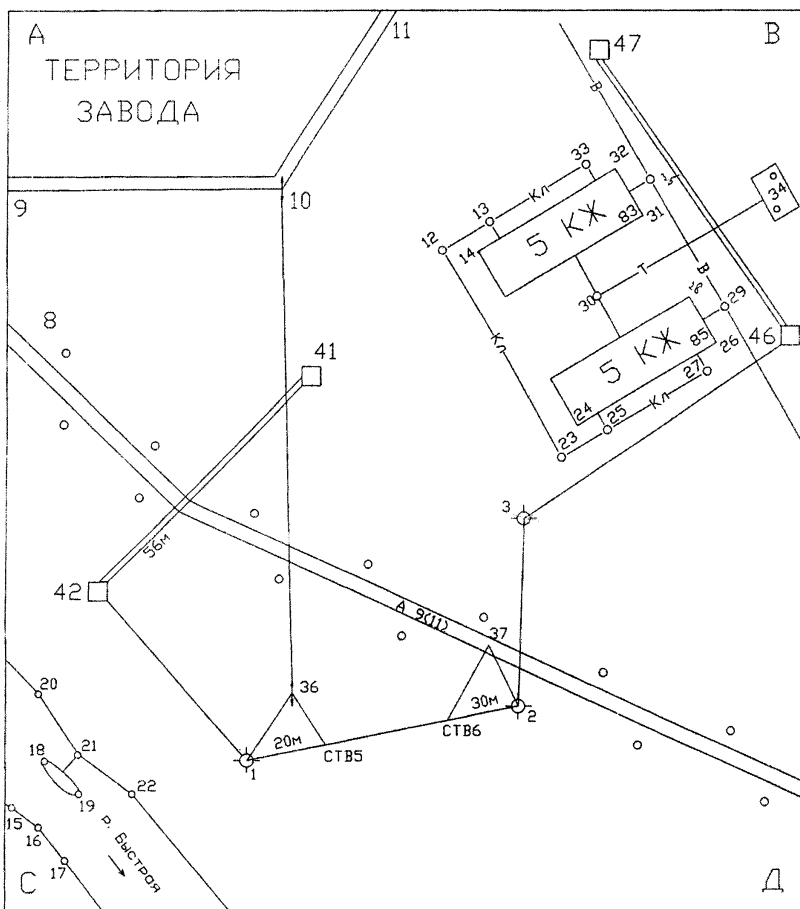


Рисунок 1- Схема местности (абрис)

**Ведомость измерения углов и линий
теодолитного хода**

Номер точки	Измеренные углы			Измеренная длина м	Угол наклона		
	0				0		
41							
42	86	18	0	122.02			
1	149	6	0	140.53	2	34	0
2	90	18	30	130.65			
3	220	35	0	99.26	3	42	0
46	92	42	0				
47							

Все полевые измерения (значения горизонтальных и вертикальных углов и длин линий) записывались в полевые журналы и обозначались на абрисе, который составлялся по каждому способу.

Исполнитель в соответствии с конкретной обстановкой принял решение по способу перпендикуляров от линий 3-пп 46, пп 46-пп 47 снять следующие объекты: жилые дома № 83 и № 85 и сети подземных коммуникаций (рис. 2). На контурах этих объектов намечены съёмочные пикеты, порядковые номера которых с 24 по 37. Способом угловых засечек со съёмочных точек пп 41 и I снимали берега реки и песчаный остров. На береговой линии намечены съёмочные пикеты с 15 по 22. Значения углов при съёмке занесены в табл. 2 и обозначены на абрисе (рис.3). Способом линейных засечек были сняты ось дороги (съёмочный пикет 17) и столб ЛЭП (пикет 36) (рис. 4). При этом в створе линии I-2 были

закреплены вспомогательные точки отв. 1 на расстоянии 20 м от точки 1 и отв. 2 на расстоянии 30 м от точки 2. Съёмочные пикеты с 8 по 14 (ось дороги, колодцы, угол дома) сняты полярным способом со съёмочной точки пп 41. Нуль лимба ориентирован на пп 42 (рис. 5).

Полевые измерения по каждому способу помещены в табл. № 2, 3, 4, 5, 6.

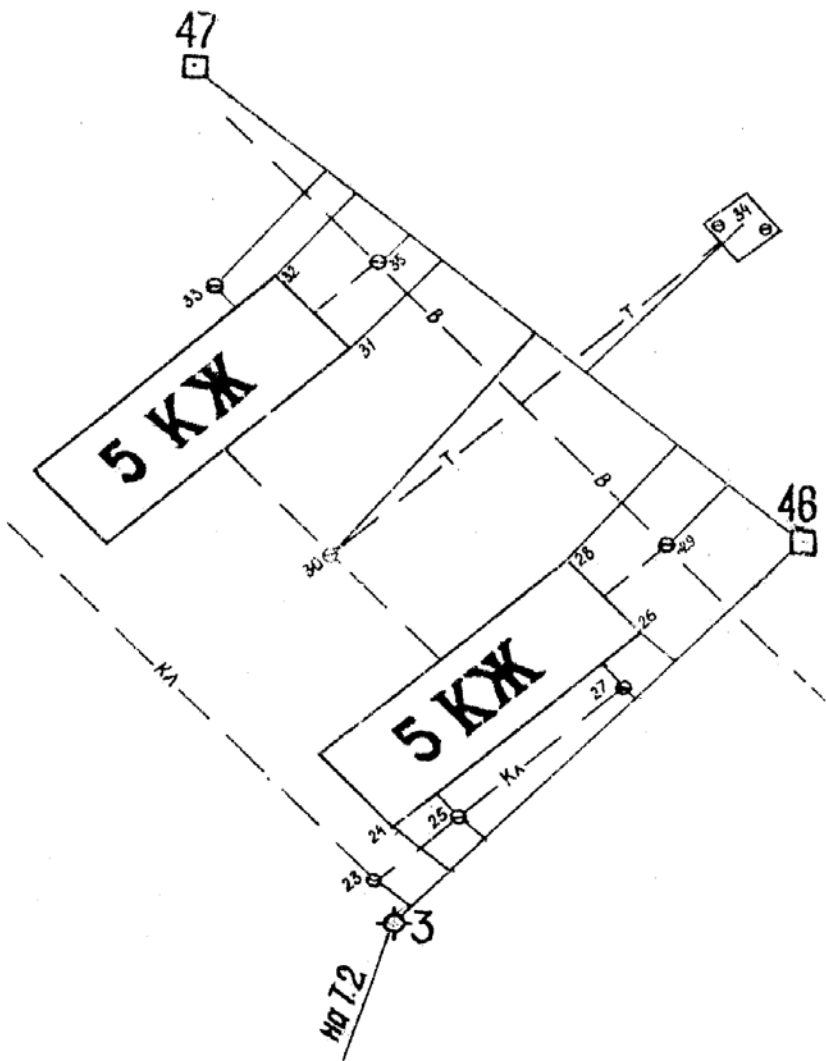


Рисунок 2 - Способ перпендикуляров

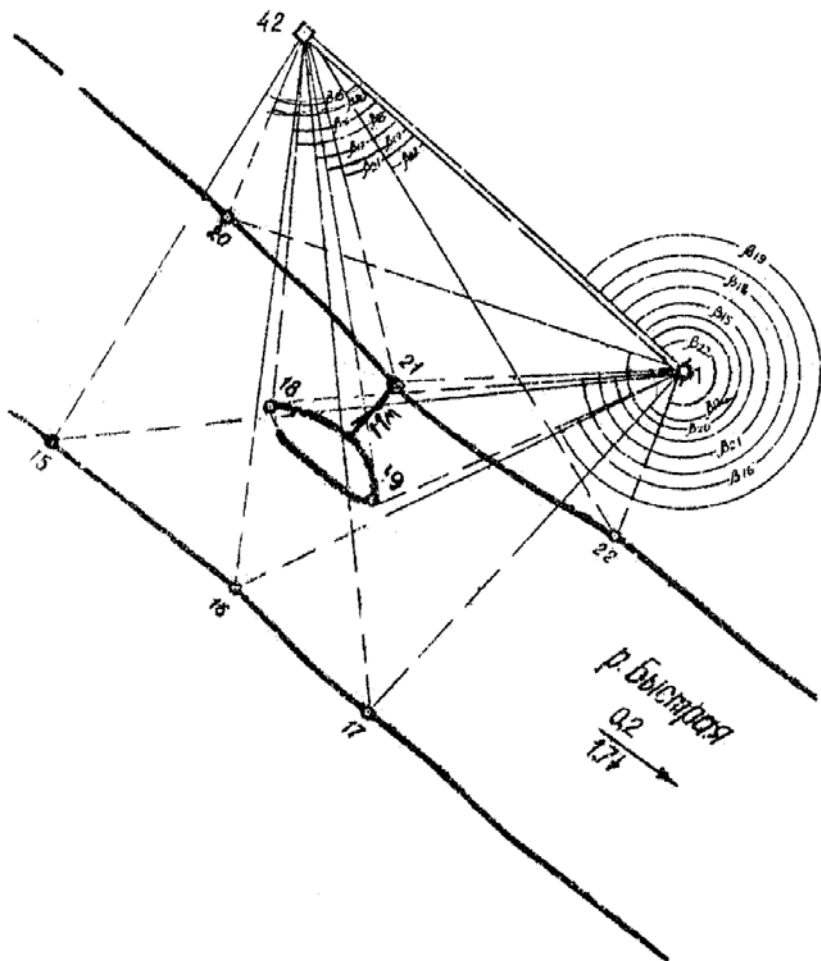


Рисунок 3 - Способ угловых засечек

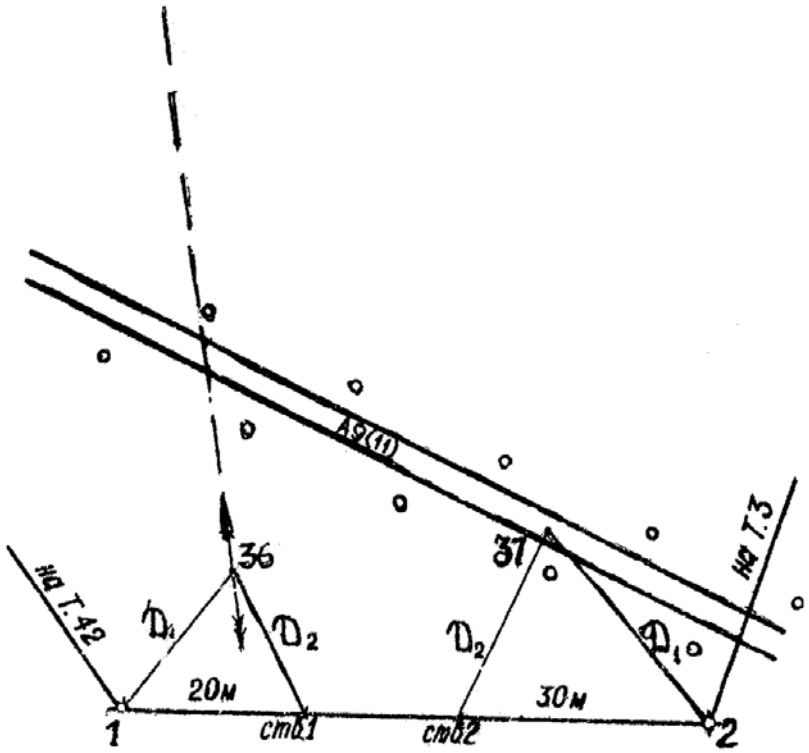


Рисунок 4 - Способ линейных засечек

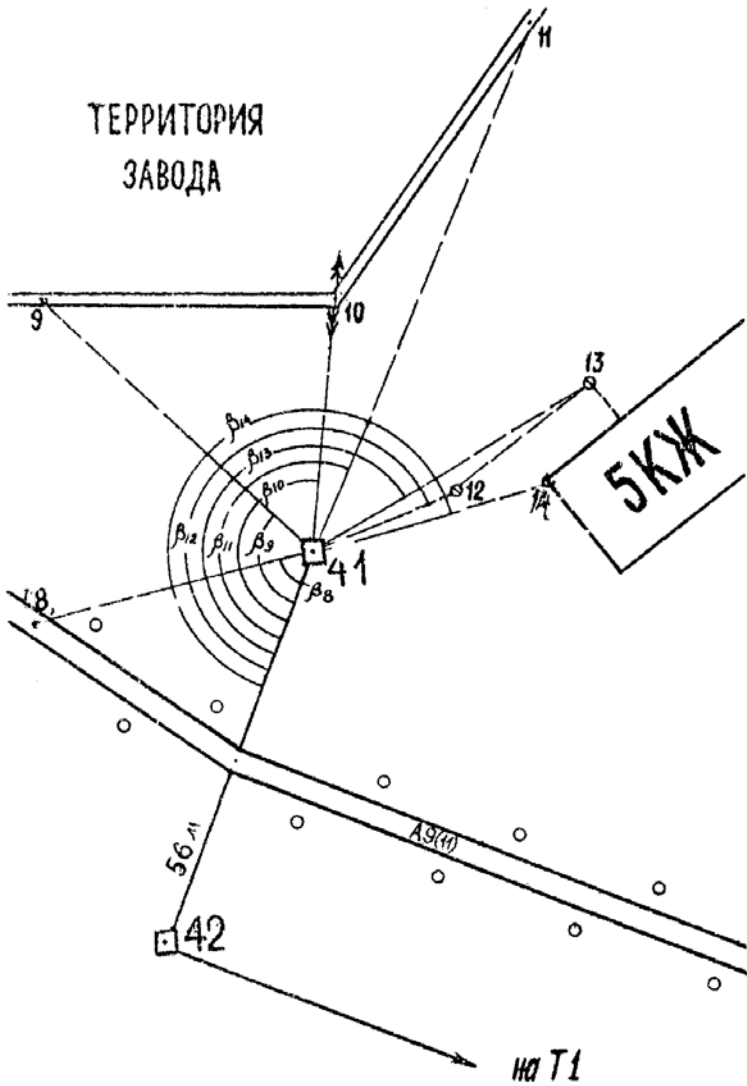


Рисунок 5 - Полярный способ

Способ угловых засечек

Номер съемочного пикета	Горизонтальный угол, измеренный на съемочной точке					
	Станция 42			Станция I		
	0			0		
15	105	39	0	333	45	30
16	65	36	30	317	10	0
17	44	16	30	288	40	0
18	61	16	0	332	33	30
19	39	29	0	313	11	30
20	68	25	30	347	35	0
21	34	54	30	334	25	30
22	18	50	0	301	55	30

Таблица 3

Полярный способ (съемочная точка 41 нуль лимба ориентирован на 42)

Номер съемочного пикета	Горизонтальный угол			Длина линий L, м
	0			
8	60	56	30	120,87
9	86	2	30	158,39
10	134	52	0	90,81
11	155	15	30	165,11
12	198	48	0	99,08
13	196	23	0	136,67
14	201	35	30	117,50

Таблица 4

Исходные данные

Дирекционный угол начальной стороны

$$\alpha_{\text{кон}} = 218^{\circ}40' 0''$$

Номер пункта полигонометрии	Прямоугольные координаты, м	
	X	Y
41	231,72	141,97
42	131,71	61,93
46	251,86	381,84
47	361,87	281,82

Дирекционный угол конечной стороны

$$\alpha_{\text{кон}} = 317^{\circ} 43' 30''$$

Таблица 5

Способ перпендикуляров

Номер съёмочного пакета	Расстояние от точки до основания перпендикуляра, м	Длина перпендикуляра, м	
		слева	справа
	От точки 3		
23	4,48	29,02	
24	21,45	36,09	
25	29,22	26,18	
26	88,13	28,77	
27	77,66	20,86	
28	90,05	49,49	
	От точки 46		
26	28,22	12,24	
27	19,81	22,32	
28	49,00	11,32	
29	38,34		2,64
30	75,00	30,26	
31	98,27	9,77	

Продолжение табл. 5

Номер	Расстояние от	Длина перпендикуляра, м
-------	---------------	-------------------------

съемочного пакета	точки до основания перпендикуляра, м	слева	справа
32	118,49	8,96	
33	128,92	27,86	
34	73,11		41,69
35	108,60		6,37

Таблица 6

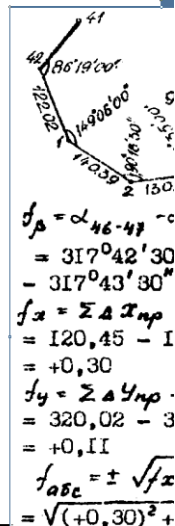
Способ линейных засечек

Номер съемочного пикета	Измеренная длина, м	
	D_1	D_2
36	17,27	10,06
37	25,85	15,23

**Камеральная обработка теодолитной съемки
Вычисление координат точек теодолитного хода**

Вычисление координат точек теодолитного хода производится в ведомости стандартной формы (табл.1). К колонку 1 табл. 7 в соответствии с абрисом (рис. 1) заносятся номера исходных пунктов полигонометрии и точек теодолитного хода по порядку; в колонку 2 – измеренные горизонтальные углы из табл. 1; в колонку 3 – исходные дирекционные углы начальной (α_{41-42}) и конечной сторон (α_{46-47}) красным цветом. В колонки 13 и 14 из табл. 4 переносятся координаты соответственно X и Y начальной (42) и конечной (46) точек красным цветом.

Приращения координат				Координаты		Схема хода, примечания
вычисленные		исправленные		X	Y	
X	Y	X	Y			
9	10	11	12	13	14	15
-8	-3			131,71	61,93	
-69,93	+99,99	-70,01	+99,96			
-8	-3			61,70	161,89	
-9,96	+140,04	-10,04	+140,01			
-8	-3			51,66	301,90	
+130,27	+9,98	+130,19	+9,95			
-6	-2			181,85	311,85	
+70,07	+70,01	+70,01	+69,99			
				251,86	381,84	
				120,15	319,91	
120,45	320,02					
0,30	+0,11					



Составление схемы теодолитного хода

Для наглядности и для исключения грубых ошибок вычислений с абриса (рис. I) вычерчивается схема хода в колонке 15, табл.7 (схема хода), на которой указываются исходные пункты полигонометрии в точки теодолитного хода I, 2, 3. Измеренные левые по ходу горизонтальные углы и длины линий между точками теодолитного хода выписываются из табл. I.

Предварительное (приближенное) вычисление дирекционных углов

Приближенные вычисления дирекционных углов определяется по формуле

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + \beta_{\text{лев}} \pm 180^\circ$$

где $\alpha_{\text{посл}}$ - дирекционный угол последующей стороны;

$\alpha_{\text{пред}}$ - дирекционный угол предыдущей стороны;

$\beta_{\text{лев}}$ - измеренный горизонтальный угол, левый по ходу.

$$0^\circ \leq \alpha_{\text{посл}} \leq 360^\circ,$$

то есть при нижнем пределе $\alpha < 0$ следует добавить к результату 360° ($\alpha_{\text{посл}} + 360^\circ$), при $\alpha > 360^\circ$ от результата нужно отнять 360° ($\alpha_{\text{посл}} - 360^\circ$).

Вычисления приближенных дирекционных углов производится в следующем порядке:

$$\alpha_{41-42} = 218^\circ 40' 00''$$

$$\begin{aligned} \alpha_{42-1} &= \alpha_{41-42} + \beta_{42} \pm 180^\circ = 218^\circ 40' 00'' + 86^\circ 18' 00'' - 180^\circ = \\ &= 124^\circ 58' 00'', \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{1-2} &= \alpha_{42-1} + \beta_{1-2} \pm 180^\circ = 124^\circ 58' 00'' + 149^\circ 06' 00'' - 180^\circ = \\ &= 94^\circ 04' 00'', \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{2-3} &= \alpha_{1-2} + \beta_1 \pm 180^\circ = 94^\circ 04' 00'' + 90^\circ 18' 30'' - 180^\circ = \\ &= 4^\circ 22' 30'', \end{aligned}$$

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + \beta_2 \pm 180^\circ = 4^\circ 22' 30'' + 220^\circ 35' 00'' - 180^\circ = 44^\circ 57' 30'',$$

$$\alpha_{3-46} = \alpha_{2-3} + \beta_3 \pm 180^\circ = 44^\circ 57' 30'' + 92^\circ 45' 00'' - 180^\circ = 317^\circ 42' 30''.$$

Определение угловой невязки

Угловая невязка f_β находится из выражения

$$f_\beta = \alpha_{46-47\text{прак}} - \alpha_{46-47\text{теор}},$$

где $\alpha_{46-47\text{теор}}$ - дирекционный угол конечного направления, выписанный из табл.4;

$\alpha_{46-47\text{прак}}$ - приближенный дирекционный угол линии 46-47.

Для рассматриваемого варианта имеем:

$$f_\beta = 317^\circ 42' 30'' - 317^\circ 43' 30'' = -1' 00''.$$

Допустимость полученной угловой невязки проверяется по формуле

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 2\tau \times \sqrt{n},$$

где n – число углов в ходе;

τ - точность отсчетного приспособления прибора.

Для $\tau = 30''$

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 2 \times 30'' \times \sqrt{5} = \pm 134'' = \pm 2' 14''.$$

Вычисленная невязка f_β должна удовлетворять условию

$$|f_\beta| \leq |f_{\beta_{\text{доп}}}| \quad (\text{I})$$

т.е.

$$|-1' 00''| \leq 2' 14''.$$

На практике если условие (I) не выполняется, то измерение горизонтальных углов повторяют. Студент в этом

случае должен обратиться к преподавателю. Все расчеты по определению угловой невязки помещают в табл. 7, колонку 15.

18

Распределение угловой невязки

Вычисленную угловую невязку распределяют с обратным знаком поровну во все приближенные дирекционные углы:

$$V_{\beta} = \frac{-f_{\beta}}{n} = \frac{-1'00''}{4} = -15''$$

где V_{β} - поправка в приближенные дирекционные углы.

На практике если поправка меньше точности измеренного угла (τ), целесообразно округлить ее до величины, равной τ , но $\sum V_{\beta}$ при этом должна быть равна величине невязки с обратным знаком:

$$\sum V_{\beta} = -f_{\beta} .$$

Поправка записывается в колонке 2 табл. 7 над значением угла, в который вводится поправка. При этом в первую очередь поправка вводится в дирекционные углы, соответствующие коротким сторонам.

В рассматриваемом варианте угловую невязку, равную $-1'00''$, вводим в приближенные углы α_{2-3} и α_{3-46} со знаком «плюс».

Вычисление уравненных дирекционных углов и румбов (табличных углов)

Уравненные дирекционные углы определяются по формуле

$$\alpha_{урав} = \alpha_{прибл} + V_{\beta} ,$$

например:

$$\alpha_{2-3\text{урав}} = \alpha_{2-3\text{прибл}} + V_{\beta} = 4^{\circ}22'30'' + (+30'') = 4^{\circ}23'00'' ,$$

$$\alpha_{3-4\text{урав}} = \alpha_{3-4\text{прибл}} + 2V_{\beta} = 44^{\circ}57'30'' + 2 \cdot (+30'') = 44^{\circ}58'30'' ,$$

и записываются в колонку 4 табл. 7, а по ним вычисляют табличные углы (рис.6)

Индексы 1, 2, 3, 4 указывают соответственно номер четверти в декартовой системе координат, r - румбы, α - дирекционные углы. вычисленные румбы записываются в колонку 5 табл.7 для соответствующих углов.

IV	0	X	I
$r = 360 - \alpha$			$r = \alpha$
270			90
III			II
$r = \alpha - 180$			$r = 180 - \alpha$
180			Y

Рис.6. Схема вычисления румбов

Вычисление горизонтальных проложений линий

Горизонтальное проложение D определяется по формуле

$$D = L \times \cos \delta .$$

где L – среднее значение измеренной длины линии (в табл. I),
 δ - угол наклона.

Для стороны теодолитного хода

$$L_{1-2} = 140,53\text{м}, \quad \delta = 2^{\circ} 34'$$

Определяем D :

$$D = L_{1-2} \times \cos 2^{\circ} 34' = 140,53 \times 0,998997 = 140,39\text{м}.$$

Найденные горизонтальные проложения записываются в колонку 6 табл. 7.

Определение приращений координат

Приращение координат ΔX и ΔY вычисляются по формулам:

$$\Delta X = D \times \cos \alpha$$

$$\Delta Y = D \times \sin \alpha.$$

При наличии вычислительной техники, позволяющей находить значение тригонометрических функций, определение румбов не обязательно. При традиционном способе вычисление приращений координат проводится по формуле:

$$\Delta X = D \times \cos r$$

$$\Delta Y = D \times \sin r$$

Знаки приращений координат расставляются согласно схеме (рис. 7). Значения $\cos r$ и $\sin r$ выбирают из таблицы тригонометрических функций [3].

IV $+\Delta X$ $-\Delta Y$	0° X	I $+\Delta X$ $+\Delta Y$
III $-\Delta X$ $-\Delta Y$	180°	II $-\Delta X$ $+\Delta Y$
		90° Y

Рис.7. Схема определения знаков приращений координат

Приращения ΔX и ΔY находятся для каждой стороны хода, округляются до сантиметров и записываются со своим знаком в колонки 9 и 10 соответственно ΔX и ΔY (табл. 7).

Например: $D_{42-1} = 122,02$ м; $r = 55^\circ 02' 00''$; $\alpha = 124^\circ 58' 00''$.

Для стороны 42-1

$$\Delta X_{42-1} = D \cdot \cos r = 122,02 \cdot \cos(55^\circ 02' 00'') = 122,02 \cdot 0,573100 = -69,93 \text{ м}$$

$$\Delta Y_{42-1} = D \cdot \sin r = 122,02 \cdot \sin(55^\circ 02' 00'') = 122,02 \cdot 0,819486 = +99,99 \text{ м}$$

Значение Y приращения определяем по дирекционному углу;

$$\Delta X < 0, \quad \Delta Y > 0.$$

Уравнение приращений координат

Линейные невязки теодолитного хода f_x и f_y вычисляются по формулам:

$$f_x = \sum \Delta X_{\text{прак}} - \sum \Delta X_{\text{теор}},$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{\text{прак}} - \sum \Delta Y_{\text{теор}},$$

где $\sum \Delta X_{\text{прак}}$ - сумма всех вычисленных ΔX ,
 $\sum \Delta Y_{\text{прак}}$ - сумма всех вычисленных ΔY .

$$\sum \Delta X_{\text{теор}} = X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}} = X_{46} - X_{42};$$

$$\sum \Delta Y_{\text{теор}} = Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач}} = Y_{46} - Y_{42}$$

В рассматриваемом варианте:

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{прак}} &= \Delta X_{42-1} + \Delta X_{1-2} + \Delta X_{2-3} + \Delta X_{3-46} = \\ &= (-69,93) + (-9,96) + 130,27 + 70,07 = 120,45 \text{ м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \Delta Y_{\text{прак}} &= \Delta Y_{42-1} + \Delta Y_{1-2} + \Delta Y_{2-3} + \Delta Y_{3-46} = \\ &= 99,99 + 140,04 + 9,98 + 70,01 = 320,02 \text{ м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{теор}} &= X_{\text{кон}} - X_{\text{нач}} = X_{46} - X_{42} = \\ &= 251,86 - 131,71 = 120,15 \text{ м} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum \Delta Y_{теор} &= Y_{кон} - Y_{нач} = Y_{46} - Y_{42} = \\ &= 381,84 - 61,93 = 319,91 м\end{aligned}$$

$$f_x = +0,30 м; \quad f_y = +0,11 м.$$

абсолютная линейная невязка $f_{абс}$ вычисляется по формуле

$$f_{абс} = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm \sqrt{(0,30)^2 + (0,11)^2} = \pm 0,32 м$$

Вычисление относительной невязки хода

Относительная невязка теодолитного хода $f_{отн}$ определяется как частное от деления абсолютной невязки хода $f_{абс}$ на длину хода P ,

где $P = \sum L$. Например:

$$P = L_{41-1} + L_{1-2} + L_{2-3} + L_{3-46} = 122,02 + 140,39 + 130,65 + 99,05 = 492,11 м$$

$$f_{отн} = \frac{f_{абс}}{P} = \pm \frac{0,32}{492,11} = \frac{0,32 : 0,32}{492,11 : 0,32} = \frac{1}{1540}$$

Невязку записывают в виде аликвотной дроби (дробь, в числителе которой единица).

Для теодолитных ходов величина допустимой относительной ошибки установлена 1:1500. При сравнении полученной относительной невязки с допустимой должно выполняться следующее неравенство:

$$f_{отн} \leq \frac{1}{1500}, \text{ т.е. } \frac{1}{1540} \leq \frac{1}{1500}.$$

Для рассматриваемого примера неравенство выполняется, значит, можно распределять линейные невязки по осям координат. В случае, когда относительная ошибка превышает установленный допуск, следует тщательно проверять вычисления приращений координат ΔX и ΔY , их знаки и значения тригонометрических проложений. Если ошибки в вычислениях не обнаружено, то на практике

повторяют измерения линий, а студент должен обратиться в таком случае к преподавателю.

Линейные невязки f_x и f_y распределяются с обратным знаком и величина поправки и вычисленные приращения координат прямо пропорционально горизонтальному проложению линий:

$$V_{\Delta x} = -\frac{f_x \cdot L_{100}}{P_{100}};$$

$$V_{\Delta y} = -\frac{f_y \cdot L_{100}}{P_{100}}$$

где $P_{100} = \frac{P}{100}$ - периметр хода в сотнях метров.

$L_{100} = \frac{L}{100}$ - длина стороны хода в сотнях метров.

На практике поправку рассчитывают на 100 метров и вводят в приращения так, чтобы сумма поправок равнялась невязке с обратным знаком.

В рассматриваемом варианте

$$P_{100} = 4,92;$$

$$L_{100} = 1,22;$$

$$V_{\Delta x} = -\frac{0,30 \cdot 1,22}{4,92} = 0,08 м$$

$$V_{\Delta y} = -\frac{0,11 \cdot 1,22}{4,92} = 0,03 м .$$

Вычисление поправки записывается в колонки 9 и 10 табл.7 над соответствующими приращениями красным цветом.

Исправленные приращения находятся по формулам:

$$\Delta X_{испр} = \Delta X_{выч} + V_{\Delta x},$$

$$\Delta Y_{испр} = \Delta Y_{выч} + V_{\Delta y}$$

где $\Delta X_{испр}$ и $\Delta Y_{испр}$ - вычисленные приращения.

Контролем распределения линейных невязок служит равенство суммы исправленных приращений по осям X и Y и теоретических сумм приращений координат:

$$\begin{aligned}\sum \Delta X_{испр} &= \sum \Delta X_{теор}, & 120,15\text{м} &= 120,15\text{м}; \\ \sum \Delta Y_{испр} &= \sum \Delta Y_{теор}, & 319,91\text{м} &= 319,91\text{м}.\end{aligned}$$

Все вычисления по определению величин невязок и их допустимых значений записываются в колонке 15 табл.7.

Вычисления координат точек теодолитного хода

Координаты исходных пунктов полигонометрии (пп) 42 и 46 выписываются красным цветом из табл. 4 в колонку 13 и 14 табл. 7. Координаты точек теодолитного хода определяются по формулам:

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

где X_{n+1} , Y_{n+1} - координаты последующей точки хода соответственно по осям X и Y ;
 X_n , Y_n - координаты предыдущей точки соответственно по осям X и Y .

Вычисление координат производится в следующем порядке:

$$\begin{aligned}X_{42} &= 131,71\text{м}; & Y_{42} &= 61,93\text{м} \\ X_1 &= X_{42} + \Delta X_{42-1} = 131,71 + (-70,01) = 61,70\text{м} \\ X_2 &= X_1 + \Delta X_{1-2} = 61,70 + (-10,04) = 51,66\text{м} \\ Y_1 &= Y_{42} + \Delta Y_{42-1} = 61,93 + 99,96 = 161,89\text{м} \\ Y_2 &= Y_1 + \Delta Y_{1-2} = 161,89 + 140,01 = 301,90\text{м} \\ X_3 &= X_2 + \Delta X_{2-3} = 51,66 + 130,19 = 181,85\text{м} \\ Y_3 &= Y_2 + \Delta Y_{2-3} = 301,90 + 9,95 = 311,85\text{м} \\ X_{46} &= X_3 + \Delta X_{3-46} = 181,85 + 70,01 = 251,86\text{м} \\ Y_{46} &= Y_3 + \Delta Y_{3-46} = 311,85 + 69,99 = 381,84\text{м}\end{aligned}$$

Контролем вычисления координат точек теодолитного хода служит правильность получения координат конечного исходного пункта пп 46.

Составление плана теодолитной съемки

Для составления и вычерчивания плана необходимо иметь лист плотной бумаги размером не менее 60x60, линейку Дробышева, остро отточенный карандаш 2Т и 4Т, масштабную линейку, карандашную резинку и геодезический транспортир.

Нанесение на план точек съемочного обоснования по координатам

Для нанесения на план точек съемочного обоснования по координатам строим сетку из 16 квадратов (4x4) со стороной квадрата 10 см. План теодолитной съемки составляется в масштабе 1:1000, Длина стороны квадрата сетки в масштабе плана равна 100 м. Начало координат выбираем в юго-западном углу сетки. Подписываем каждую линию координатной сетки через 100 метров (рис. 8).

200			
100			
0	0	10	20

Для построения точки по координатам необходимо вначале определить квадрат, в котором должна быть точка. Точка съемочного обоснования 42 имеет следующие координаты:

$$X = 131,71 \text{ м}; Y = 61,93 \text{ м}.$$

Пользуясь масштабной линейкой и измерителе,

Рис. 8. Нанесение на план точек по координатам

откладывают по оси X от горизонтальной линии ($X = 100$) по обеим вертикальным сторонам квадрата 31,7м, соединяя концы отложенных расстояний прямой тонкой линией. От вертикальной линии $Y = 0$ вправо, по построенной прямой – 61,6м, делают наклон диаметром 0,1мм, обводя его кружком диаметром 1,5 мм и подписывают номер вершины (4, условный знак 5).

Аналогично производят построение всех других точек съемочного обоснования. Контролем служит расстояние между соседними точками. Измеряют на плане расстояние и сравнивают с горизонтальным положением этой линии, взятым из колонки 6 табл. 7. Расхождение должно быть в пределах графической точности плана 0,2 мм. Точки съемочного обоснования последовательно соединяют тонкими линиями. Построенное таким образом плановое обоснование служит опорой для накладки контуров местности.

Нанесение на план ситуации

По данным полевых измерений и абрисов, выполненных при производстве теодолитной съемки, составляется план в масштабе 1:1000. При помощи измерителя, геодезического транспортира и масштабной линейки все подробности съемки переносят на план в порядке, обратном съемке.

Способ построения объектов местности на плане соответствует способу съемки на местности. При построении объектов местности на плане все вспомогательные построения выполняют в тонких линиях (карандашом 2Т).

Значения углов и расстояния на плане не подписываются.

Способ полярных координат

Положение съемочного пикета ситуации, снятого полярным способом, определяется координатами: полярным углом и полярным радиусом- вектором. Например, для построения точки 8 геодезическим транспортиром на съемочной точке пп 41, принятой за полюс, от начального направления на пп 42 откладывается значение полярного угла $60^{\circ}56'30''$, измеренного теодолитом при визировании на съемочный пикет 8, который выбирается из табл. 3.

Транспортир убирают и прочерчивают направление на съемочный пикет. На полученной линии от съемочной точки откладывают расстояние в 120,87 м (табл.3) в масштабе плана. Остальные точки, приведенные в таблице 3, наносят аналогично. Построенные таким образом точки ситуации соединяют в соответствии с абрисом (рис.5) и получают контуры объектов местности.

Способ угловых засечек. Для нанесения на план береговой линии геодезическим транспортиром от линии пп 42-1 по ходу стрелки откладывают горизонтальные углы β (рис. 3), которые выбираются из табл. 2 для каждого съемочного пикета. Индекс у горизонтального угла β на каждой съемочной станции соответствует номеру съемочного пикета.

Для построения съемочного пикета 20 при съемочной точке пп 42 от линии 42-1 откладываем угол $\beta=20 \quad 68^{\circ}25'30''$ (табл. 2), при точке 1- угол $\beta=20 \quad 347^{\circ}35'00''$. Продолжив стороны этих углов до взаимного пересечения, получаем на плане положение съемочного пикета 20. Так накладываем все съемочные пикеты, снятые способом угловых засечек. Соединяем плавной линией полученные пикеты в соответствии с абрисом и получаем контур реки.

Способ перпендикуляров. Для накладки съемочного пикета 24 от начала опорной линии точки 3 (номера вершин

стороны теодолитного хода, относительно которых производилась съемка по способу перпендикуляров, указываются в табл. 5) до основания перпендикуляра откладываем расстояние 21,45 м в масштабе плана. В конце отложенного расстояния, пользуясь прямоугольным треугольником, строим перпендикуляр к линии. На перпендикуляре откладываем его длину, равную 36,09 м (табл. 5). После того, как все точки подобным образом будут построены, концы перпендикуляров или съемочные пикеты соединяют в соответствии с абрисом (рис. 2).

Способ линейной засечки. Способом линейной засечки были сняты ось дороги (37) и столб ЛЭП (36). Положение точек ситуации определяется пересечением двух окружностей описанных из вершин опорной линии радиусами D_1 и D_2 (рис.4).

Построение съемочных пикетов 36 и 37 сводится и построение треугольника по трем сторонам, длины которых измерены на местности и приведены в табл. 6. Откладываем в масштабе плана расстояние 20 м от точки I на линии I-2 и отмечаем точку I. Из табл. 6 выбираем D_1 и D_2 для 36 съемочного пикета от точки I радиусом D_1 проводим дугу, от створной точки I радиусом D_2 проводим вторую дугу. В пересечении этих дуг обозначаем съемочный пакет 36. Аналогично построение съемочной точки 37.

Оформление плана

После проверки правильности построения контуров местности все дополнительные линии убирают и приступают к оформлению плана в соответствии с [4], предварительно показав работу преподавателю.

Порядок вычерчивания плана тушью и красками может быть рекомендован следующий:

- выполняется отмывка водных пространств. Перед окраской поверхность бумаги следует увлажнить чистой

водой кистью и, дав просохнуть, на слегка влажную, но не мокрую поверхность бумаги наносят несколько раз водный раствор до получения нужного оттенка;

вычерчивается координатная сетка (сетку квадратов полностью не вычерчивают, обозначают лишь крестиками зеленого цвета 6x6 мм их вершины), а также все пункты съёмочного обоснования в соответствии с [4];

- выполняются все надписи. Шрифт для надписи должен соответствовать [4];

- вычерчиваются инженерные сооружения, жилые дома и нежилые постройки, а также пути сообщения и сооружения при них: дороги, сети подземных коммуникаций, линии электропередач;

- вычерчивают береговую линию и выполняют надписи водных пространств;

- оформление рамок и размещение надписей за рамками плана проводят в соответствии с приложением к [4] для масштаба 1:1000.

Материалы, представляемые в отчет

Вариант с необходимыми данными.

Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода.

План теодолитной съемки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерная геодезия. / Под ред. Закатова П.С. М.: Недра, 1976. 582с.
2. Петерс И. Шестизначные таблицы натуральных значений тригонометрических функций. М.: Недра, 1975. 293 с.
3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. Недра, 1973. 144 с., ил.
4. Симонин С.И. Инженерно – топографическое черчение и наглядные изображения. М.: Недра , 1979. 192 с., ил.