



Лабораторная работа № 12. Обработка материалов тахеометрической съемки

ВВЕДЕНИЕ

Тахеометрическую съемку обычно выполняют для создания топографических планов небольших участков в крупных масштабах. При съемке применяют технические или точные теодолиты, номограммные тахеометры со столиком для картирования и другие приборы. Наиболее высокая точность и производительность труда достигается при выполнении работ электронными тахеометрами с последующей компьютерной обработкой полученных данных.

Настоящая расчетно-графическая работа преследует цель освоения традиционных методов съемки с использованием теодолита.

Задание. Произвести обработку материалов тахеометрической съемки и составить план участка в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа через 1 м.

Исходные данные: журнал топографической съемки местности, составленный в ходе выполнения полевых работ (выдается кафедрой), абрис (рис.1), условные координаты и высота станции 1, дирекционный угол линии 1–2 (задаются преподавателем).

Необходимые материалы: микрокалькулятор, тахеометрические таблицы, транспортир, измеритель, карандаш, ручка с чертежным пером, кривоножка, тушь (черная, сиена жженая, синяя), бумага чертежная, калька, таблицы условных знаков.

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЛЕВЫХ РАБОТАХ

Тахеометрическая съемка участка выполнена в соответствии с требованиями инструкции [4]. Плановое и высотное съемочное обоснование создавалось одновременно со съемкой путем проложения замкнутого тахеометрического хода. Точки закреплены деревянными колышками, забитыми вровень с землей. Горизонтальные и вертикальные углы измерялись теодолитом 2Т30 одним полным приемом, а расстояния определялись по нитяному дальномеру в прямом и обратном направлениях с использованием трехметровых реек с сантиметровыми делениями. Коэффициент дальномера равен 100. Поправки, учитывающие отклонение коэффициента от 100, не превышают 0,1 м.

При измерении вертикальных углов в тахеометрическом ходе средняя нить сетки всякий раз наводилась на верх рейки, а при съемке рельефа, как правило, на высоту прибора.

Если высота прибора, отмеченная на рейке, не была видна, то визировали на верх рейки и в графе примечаний журнала записывали $l = 3,00\text{ м}$.

В некоторых случаях, при небольших углах наклона, превышения определены горизонтальным лучом по методу нивелирования вперед. При этом рейка устанавливалась нулем вниз, визирная ось приводилась в горизонтальное положение с помощью уровня при трубе (отсчет по вертикальному кругу равен месту нуля) и отсчет b по средней нити записывался в журнал в графу «отсчеты по вертикальному кругу».

Работа на станции выполнялась в следующем порядке. Теодолит устанавливался в рабочее положение, с помощью рейки измерялась высота прибора i , которая записывалась в журнал и отмечалась на рейке. На задней точке тахеометрического хода устанавливалась рейка, а на передней точке – вежа и рейка. При положении трубы КП визировали на заднюю точку и снимали отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам. Перед снятием отсчета по горизонтальному кругу вертикальная нить наводилась на середину рейки как можно ближе к земле, а перед снятием отсчета по вертикальному кругу средняя нить наводилась на верх рейки. Затем визировали на переднюю точку и поступали аналогично.

После выполнения первого полуприема труба переводилась через зенит, лимб сбивался на $1-2^0$ и выполнялись наблюдения при КЛ: определялось расстояние по дальномеру, снимались отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.

В целях контроля результаты измерений обрабатывались сразу в поле. Расхождение горизонтального угла при КП и КЛ допускалось не более $1'$, колебания МО вертикального круга из наблюдений разных точек – не более $1,5'$, разность горизонтальных проложений линий, измеренных в прямом и обратном направлениях, – не более $1:300$ от их длины, расхождения в прямых и обратных превышениях – не более 4 см на 100 м длины линии.

Убедившись в правильности измерений углов и линий тахеометрического хода, приступали к съемке ситуации и рельефа. Для этого лимб ориентировался на переднюю точку хода (устанавливали на горизонтальном круге отсчет $0^00'$ и поворотом лимба визировали на вежу). Затем рейка последовательно устанавливалась на всех характерных точках ситуации и рельефа. При наблюдениях на пикеты придерживались такого порядка: сначала определялось расстояние по дальномеру, потом средняя нить наводилась на высоту прибора, и реечнику подавался сигнал о переходе на другую точку. За время перехода реечника снимались отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.

После завершения съемки на станции проверяли ориентировку лимба с записью отсчетов в журнал (допустимое расхождение в отсчетах $\pm 1,5'$). Одновременно со съемкой велся абрис (рис.1).

на заднюю и переднюю точки хода; вычисляются место нуля и угол наклона на заднюю и переднюю точки по следующим формулам:

$$MO = \frac{КП + КА}{2}, \quad (1)$$

$$\nu = \frac{КА - КП}{2}. \quad (2)$$

Затем вычисляются горизонтальные проложения линий s и превышения h по следующим формулам:

$$s = D \cos^2 \nu, \quad (3)$$

$$h = 1/2D \sin 2\nu + i - l, \quad (4)$$

где D – дальномерное расстояние,

i – высота прибора,

l – высота точки визирования (длина рейки).

Студенту необходимо сделать вычисления на станциях 2 и 3 и результаты записать так, как показано для станции 1 (табл.1). Затем нужно составить схему съемочного обоснования, на которой показать номера точек, средние значения горизонтальных углов и длин линий, средние превышения, координаты и высоты исходной точки, дирекционный угол исходной линии. Пример оформления схемы показан на рис.2 (следует иметь ввиду, что он не соответствует табл.1).

Вычисление координат точек тахеометрического хода рекомендуется выполнить в обычной координатной ведомости по известным правилам обработки одиночного теодолитного полигона. При этом допустимые значения угловой невязки и невязки в периметре вычисляются по следующим формулам:

$$f_{\beta_{дон}} = 1' \sqrt{n}, \quad (5)$$

$$f_{s_{дон}} = \frac{\sum s}{400 \sqrt{n}}, \quad (6)$$

где n – число углов или линий в ходе;

$\sum s$ – длина хода.

Пример оформления ведомости приведен в табл.2.

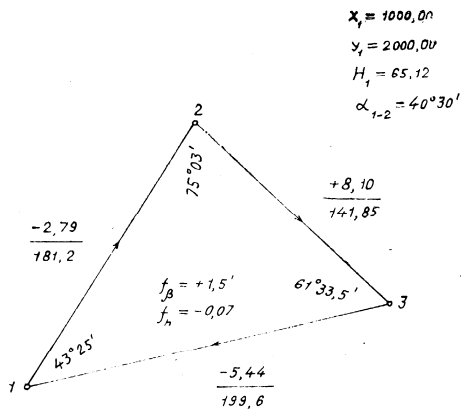


Рис.2.

Т а б л и ц а 1. Журнал топографической съемки

Наблюдатель
 Записывал
 Дата 25.08.01

Станция 1
 $H_{ст} =$
 $l = 3,00$

$i = 1,35$
 $MO = +1$

Точки визирования	Расстояния	Отсчеты по горизонтальному кругу		Отсчеты по вертикальному кругу		Гориз. проложения	Превышения h	Высоты H	Примечание
		0	'	0	'				
	КП								
Ст.3		125	24	+0	43				$l=3,00$
Ст.2		76	07	-1	19				$l=3,00$
		49	17						
	КЛ								
Ст.3	186,5	304	30	-0	41,5	186,5	-3,94		$v=-0^\circ 42,2'$
Ст.2	180,4	255	13,5	+1	21	180,3	+2,55		$v=+1^\circ 20'$
		49	16,5						
Ст.2		0	00						
1	85,5	148	24	b=	0,13	85,5	+1,22		
2	60,1	151	05	b=	0,22	60,1	+1,13		Угол сарая
3	58,6	175	00	+1	30	58,6	+1,52		
4	93,0	177	25	+1	24	93,0	+2,23		
5	78,5	207	03	b=	1,04	78,5	+0,31		Забор
6	36,2	188	00	b=	0,23	36,2	+1,12		Дорога

Вычисление высот точек тахеометрического хода рекомендуется выполнить по образцу табл.3.

Поскольку полигон замкнутый, невязка в сумме превышений будет равна сумме превышений:

$$f_h = \sum h. \quad (7)$$

Допустимая невязка определяется по формуле

$$f_{доп} = 0,04 \frac{\sum s}{\sqrt{n}} \text{ см}, \quad (8)$$

где $\sum s$ – длина хода, выраженная в метрах;

n – число сторон.

Т а б л и ц а 2. Ведомость вычисления координат

№ точек	Углы	Дирекционные углы	Длины линий	Приращения		Координаты	
				ΔX	ΔY	X	Y
	-0,5						
1	43°25'			+0,08	+0,12	1000,00	2000,00
		40°30'	181,20				
	-0,5			±137,79	+117,68		
2	75°03'			+0,06	+0,10	1137,87	2117,80
		145°27,5'	141,85				
	-0,5			-116,84	+80,43		
3	61°33,5'			0,09	+0,14	1021,09	2198,33
		263°54,5'	199,60				
				-21,18	-198,47		
1						1000,00	2000,00
$\Sigma\beta=$	180°01,5'	$\Sigma s=$	522,65				
$f_h=$	+1,5			$f_x=-0,23$	$f_y=-0,36$		
$f_{доп}$	$=\pm 1,7'$			$f_x=0,43$	$f_{yдоп}=0,75$		

Если длину хода выражать в сотнях метров, то формула допустимой невязки примет вид

$$f_{доп} = 4 \frac{\sum s}{\sqrt{n}}, \text{ см}. \quad (9)$$

Высотная невязка тахеометрического хода распределяется на отдельные превышения с обратным знаком пропорционально длинам линий.

Т а б л и ц а 3. Ведомость вычисления высот точек тахеометрического хода

		Превышения h, м	
--	--	-----------------	--

№ точек	Длина линий, сотни м	прямые	обратные	средние	исправленные	Высоты Н, м
1				+2		65,12
	1,8	-2,70	+2,76	-2,73	-2,71	
2				+2		62,41
	1,4	+8,12	-8,08	+8,10	+8,12	
3				+3		70,53
	2,0	-5,40	+5,47	-5,44	-5,41	
1						
						65,12
	5,2			$f_h = -0.07$	0	
$f_{\text{пол}} = 4 \frac{5,2}{\sqrt{3}} = 12 \text{ см}$						

Поправки, выраженные в сантиметрах, записаны в табл. 3 над средними превышениями. Полученные высоты точек переписываются в журнал.

2. ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

После обработки тахеометрического хода необходимо вычислить горизонтальные проложения линий, превышения и высоты пикетов. Поскольку в приведенном журнале нет графы углов наклона, их нужно вычислить в уме по формуле

$$v = KI - MO. \quad (10)$$

Горизонтальные проложения и превышения обычно определяют с помощью тахеометрических таблиц [5] или микрокалькуляторов по формулам (3) и (4). При выполнении настоящей работы необходимо освоить оба способа. Перед работой с таблицами надо ознакомиться с их описанием и разобрать приведенные там примеры, затем произвести обработку журнала для первых шести пикетов и сравнить результаты с имеющимися в нем (см. табл.1).

Горизонтальные проложения для небольших углов наклона практически равны дальномерным расстояниям. Если углы наклона меньше 1^0 , а длина линий не более 160 м, то разность между дальномерным расстоянием и горизонтальным проложением не превысит 0,05 м. В таких случаях целесообразно сразу без вычислений переписать дальномерное расстояние в графу горизонтальных проложений.

Для большинства пикетов при измерении вертикальных углов визировали на высоту прибора ($i=1$), поэтому превышения определяются по формуле

$$h = 1/2D \sin 2v. \quad (11)$$

Если углы наклона не превышают 3^0 , а расстояния 150 м, то при вычислениях на микрокалькуляторе рекомендуется пользоваться более простой формулой:

$$h = D \sin \nu. \quad (12)$$

При этом ошибка в превышениях не превысит 1 см.

При нивелировании горизонтальным лучом превышения определяются по формуле

$$h = i - b, \quad (13)$$

где i – высота прибора,

b – отсчет по рейке.

Высоты пикетов определяются по формуле

$$H = H_{ст} + h, \quad (14)$$

где $H_{ст}$ – высота станции.

Вычисление горизонтальных проложений и высот пикетов предлагается контролировать, используя электронику БЗ–34 по приведенной ниже программе.

Элементы формул	60	$H_{ст}$	D	ν'	s
Регистры	1	2	7	8	9
В/о F ПРГ	ИП8 ИП1 ÷ ПЗ F cos Fx ² ИП7xИП9				
	ИП3 2x Fsin ИП7x2 ÷ИП2 + c/п				
F АВТ					

Углы наклона в журнале выражены в градусах и минутах. Для ввода их следует выразить в минутах и в случае отрицательного угла нажать клавишу I – I. По окончании счета на индикаторе будет высвечиваться высота пикета H. Для вызова s нужно нажать клавиши ИП9.

В целях контроля некоторые пикеты определены с двух станций (в графе примечаний записано слово «контроль»).

Расхождения их высот в данном примере не должны превышать 10 см.

3. ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА

Построение плана рекомендуется выполнять в следующей последовательности. На листе чертежной бумаги построить координатную сетку (4 квадрата) и нанести по координатам точки тахеометрического хода. По данным журнала и абриса нанести на план все пикеты; выписать карандашом их номера и высоты с округлением до 0,1 м. Записи лучше делать с левой стороны с тем, чтобы они не помешали в дальнейшем при оформлении плана тушью. (Тушью высота записывается справа от точки, а номер пикета не показывается).

После нанесения пикетов следует выполнить интерполирование горизонталей, руководствуясь абрисом, на котором направление скатов и линии интерполи-

рования показаны стрелками. Если между пикетами проходят одна-две горизонтали, то интерполировать рекомендуется «на глаз», в других случаях – пользоваться палеткой с параллельными линиями, построенными на кальке. Выполнив интерполирование и укладку горизонталей, наносят границы контуров угодий. Построенный в карандаше план проверяется преподавателем и при необходимости в него вносятся исправления. Вычерчивание тушью выполняется строго в соответствии с действующими условными знаками [6]. При этом обязательно показываются высоты характерных точек местности. Высоты пикетов, расположенных на ровных однообразных склонах, обычно не подписываются. Но в данном случае в учебных целях необходимо записать тушью высоты всех пикетов. Сверху плана делается надпись: План тахеометрической съемки. Внизу посередине записываются – масштаб, высота сечения рельефа, внизу слева – фамилия студента, курс, группа, специальность, внизу справа – фамилия, имя, отчество преподавателя. Указанные выше надписи рекомендуется выполнять следующими шрифтами: «План» – рубленным полужирным высотой 10 мм; «тахеометрической съемки» – тем же высотой 8 мм; «Масштаб 1:2000» – рубленным остовным высотой 3 – 4 мм; все остальные надписи – рубленным остовным высотой 2–3 мм.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

В результате выполнения расчетно-графической работы должны быть представлены следующие материалы:

- 1) краткий отчет о выполненной работе, в котором приводятся схема тахеометрического хода, ведомости вычисления координат и высот точек тахеометрического хода, основные формулы;
- 2) обработанный журнал тахеометрической съемки;
- 3) план тахеометрической съемки.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность тахеометрической съемки? Ее достоинства и недостатки по сравнению с мензулой.
2. Какие приборы применяются при тахеометрической съемке?
3. Какие методы применяются для создания съемочного обоснования?
4. Как выбираются пикетные точки?
5. В каком порядке выполняются работы на станции?
6. Каковы предельные расстояния до рейки при съемке ситуации и рельефа?
7. Как рекомендуется определять высоты пикетов при тахеометрической съемке равнинной местности?
8. Как осуществляется полевой контроль при тахеометрической съемке?
9. Как приводится место нуля к нулю?
10. Как определяется коэффициент нитяного дальномера?

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов А. В. и др. Геодезия. М.: Недра, 1980.
2. Соломонов А. А. Инженерная геодезия. Мн.: Высшая школа, 1983.
3. Немывакин Ю. К., Смирнов А. С. Практикум по геодезии. М.: Недра, 1985.
4. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. М.: Недра, 1982.
5. Макаев Ф. И. Тахеометрические таблицы. М.: Недра, 1981.
6. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. М.: Недра, 1989.