

888

Федеральное агентство по образованию РФ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ивановский государственный
архитектурно-строительный университет»

*читальн.
Зал*

Кафедра геоинформационных систем и инженерных изысканий

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

**Методические указания к выполнению
расчётно-графической работы
«Тахеометрическая съёмка»**

Иваново 2008

Аналогичное интерполирование производят на плане по всем линиям равномерных скатов, обозначенных на абрисе стрелками. Соединяя точки с одинаковыми отметками плавными линиями, получают горизонтالي.

5.5. Оформление плана

Элементы ситуации вычерчивают тушью в соответствии с условными знаками для топографических планов масштабов 1:2000 [3].

Большинство условных знаков вычерчивают черным цветом. Берега водоемов, пересечение координатных линий вычерчивают зеленым цветом. Вынос координатной сетки на внутреннюю рамку плана показывают черным цветом. Водные поверхности на плане закрашивают бирюзовым цветом.

После оформления ситуации приступают к вычерчиванию горизонталей коричневым цветом. Основные горизонтالي вычерчивают толщиной $0,12 \div 0,15$ мм, а утолщенные горизонтали, кратные 5 м, - $0,2 \div 0,25$ мм. Утолщенные горизонтали подписывают.

Библиографический список

1. Кулешов Д.А., Стрельников Г.Е. Инженерная геодезия для строителей: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1990. – 256 с.
2. Лабораторный практикум по инженерной геодезии: Учеб. пособие для вузов / В.Ф. Лукьянов, В.Е. Новак, Н.Н. Борисов и др. – М.: Недра, 1990. – 334 с.
3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: Недра, 1973. – 286 с.

Федеральное агентство по образованию РФ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ивановский государственный
архитектурно-строительный университет»

Кафедра геоинформационных систем и инженерных изысканий

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания к выполнению
расчётно-графической работы
«Тахеометрическая съёмка»

Иваново 2008

Составитель С.С. Матинян

УДК 528.521(076)

Инженерная геодезия: Методические указания к выполнению расчетно-графической работы «Тахеометрическая съемка» / Иван. гос. архит.-строит. ун-т; Сост. С.С. Матинян. – Иваново, 2008. – 20 с.

Методические указания составлены с целью облегчения самостоятельной работы студентов по выполнению расчетно-графической работы «Тахеометрическая съемка». Приведен порядок ее выполнения.

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей дневного отделения, изучающих дисциплину «Инженерная геодезия».

*Рецензент старший преподаватель кафедры ГИСИИ ИГАСУ
Г.Н. Крайнова*

Составитель
Матинян Симак Самвелович

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ
Методические указания к выполнению расчётно-графической работы
«Тахеометрическая съемка»

Редактор Е. Аверьянова
Технический редактор О. Евдокимова

Подписано в печать 20.02.2008. Формат бумаги 60х84 1/16.
Печать ризографическая. Печ. л. 1,25. Тираж 300 экз. Заказ 76 т

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Ивановский государственный архитектурно-строительный университет"
153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, 20

ОАО «Издательство "Иваново"»
г. Иваново, ул. Советская, 49

Рельеф местности при тахеометрической съемке отображают горизонталями. Для этого по линиям равномерных скатов, обозначенных на абрисе стрелками, выполняют интерполирование, т.е. получают промежуточные значения высот точек по известным высотам крайних точек.

При высоте сечения рельефа 1 м горизонтали имеют отметки, кратные 1 м. Поэтому между речными точками 3 и 4 (см. табл. 8) с отметками 25,04 и 26,84 располагается горизонталь с отметкой 26,00 м.

Для определения местоположения точки с этой отметкой на линии пикетов 3-4 применим графический способ интерполирования. В этом способе на листе прозрачной бумаги (кальке) проводят через равные расстояния (0,5 см) параллельные линии и подписывают их отметками горизонталей. Такой лист называют палеткой. В нашем примере линии на палетке имеют подписи 25,00; 26,00; 27,00 м.

Для графического интерполирования на палетке находят точку m с отметкой 25,04, соответствующей отметке точки 3, и точку n с отметкой 26,84, соответствующей отметке точки 4. Затем прикладывают палетку к плану таким образом, чтобы точка m на палетке совместилась с точкой 3 на плане, и иглой циркуля-измерителя осторожно прокалывают кальку в точке n.

Удерживая иглу циркуля-измерителя неподвижно, поворачивают вокруг нее палетку до совмещения точки n на палетке с точкой 4 на плане. Закрепив в этом положении палетку, перекалывают на план точку k – точку пересечения линии кальки с линией 3-4 плана. Полученную точку отмечают на плане и подписывают ее отметку. Эта точка является изображением точки местности с отметкой 26,00 м (рис. 4).

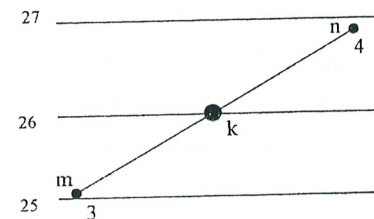


Рис. 4. Выполнение интерполяции

5.4. Построение топографического плана

Для построения топографического плана используют результаты тахеометрической съемки с учетом абриса съемки (рис. 3).

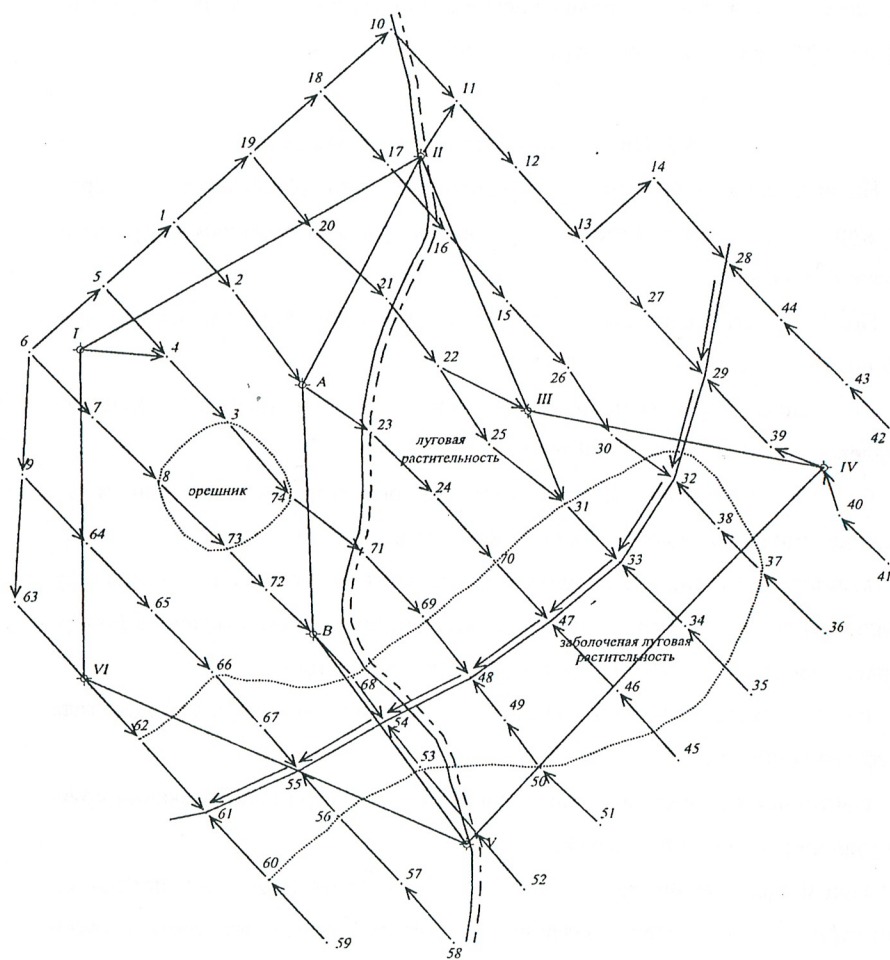


Рис. 3. Абрис тахеометрической съемки

Содержание

Введение	4
Содержание работы	4
Исходные данные	4
1. Пример оформления листа задания	5
2. Обработка теодолитного хода	6
3. Обработка журнала геометрического нивелирования	12
4. Обработка журнала тахеометрической съемки	15
5. Построение плана тахеометрической съемки	16
5.1. Построение координатной сетки	16
5.2. Построение теодолитного хода	16
5.3. Нанесение на план пикетных точек	17
5.4. Построение топографического плана	18
5.5. Оформление плана	20
Библиографический список	20

Введение

Целью расчетно-графической работы по инженерной геодезии «Тахеометрическая съемка» является составление топографического плана местности.

Данная работа предназначена для закрепления теоретических знаний, углубленного изучения практической стороны изучаемого материала, приобретения навыков в обработке результатов полевых измерений.

Тахеометрическая съемка, как и другие виды топографических съемок, содержит полевые и камеральные работы.

Полевые работы при тахеометрической съемке состоят из:

- создания планово-высотного съемочного обоснования;
- выполнения съемки ситуации и рельефа местности.

В камеральные работы входят обработка результатов полевых работ и составление, в конечном итоге, топографического плана местности.

Содержание работы

Расчетно-графическая работа включает в себя:

- 1) оформление листа задания;
- 2) обработку ведомостей вычисления координат замкнутого и диагонального теодолитных ходов;
- 3) обработку журнала геометрического нивелирования теодолитных ходов;
- 4) обработку журнала тахеометрической съемки;
- 5) оформление плана тахеометрической съемки на листе формата А-2.

Исходные данные

Исходными данными являются варианты основного и диагонального ходов, вариант журнала геометрического нивелирования, координаты x_v и y_v начальной точки хода, абсолютная отметка H_{R_v} и дирекционный угол начальной стороны хода α_{v-vi} . Варианты и исходные данные выдаются преподавателем.

на, с помощью масштабной линейки или номограммы поперечного масштаба. В этом месте иглой циркуля-измерителя делают слабый накол, обводят его кружком и подписывают название точки – V (рис. 2).

Правильность построения точек контролируют сравнением расстояний между ними, полученными с плана с помощью циркуля-измерителя, с горизонтальными проложениями измеряемых линий.

5.3. Нанесение на план пикетных точек

Нанесение на план пикетных точек производят по полярным углам из графы 5 журнала тахеометрической съемки и полярным расстояниям из графы 8 этого же журнала.

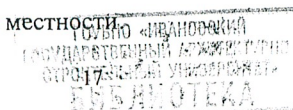
Полярные углы откладывают на станции геодезическим транспортиром в такой последовательности:

- а) устанавливают центр транспортира на станцию на плане и совмещают его нулевое деление со стороной теодолитного хода;
- б) точками отмечают на плане отсчеты, соответствующие полярным углам со значениями от 0 до 360°, и подписывают номера пикетов;
- в) последовательно прикладывают к полученным направлениям линейку с миллиметровыми делениями и откладывают по ней соответствующие полярные расстояния в масштабе плана, получают пикетные точки;
- г) у пикетных точек подписывают в числителе их номера, а в знаменателе – высоты с точностью до 0,01 м.

Нанесение на план пикетных точек облегчается при использовании круглого транспортира или тахеографа.

При использовании тахеографа, деления которого подписаны против часовой стрелки, совмещают с полярной осью на станции отсчет, соответствующий полярному углу на пикет, и по линейке тахеографа откладывают полярные расстояния.

Таким образом наносят все пикетные точки, которые являются основой построения ситуации и рельефа местности.



5. Построение плана тахеометрической съемки

5.1. Построение координатной сетки

Для составления плана масштаба 1:2000 используют координатную сетку, построенную с помощью чертежных приспособлений (линейка, треугольник, циркуль-измеритель) или специальных геодезических линеек (например, линейка Дробышева, ЛБЛ).

При построении сетки размером 10x10 см используют свойство египетского треугольника, катеты и гипотенуза которого относятся друг к другу как 3:4:5. Для построения отступают от нижнего края бумаги 6–7 см. Точность построения координатной сетки проверяют измерением диагоналей квадратов сетки; ошибка при построении сетки не должна превышать 0,2 мм. Координатную сетку необходимо подписать таким образом, чтобы участок съемки располагался в середине листа бумаги.

5.2. Построение теодолитного хода

Построение теодолитного хода осуществляют по координатам его вершин, взятых из ведомости вычисления координат.

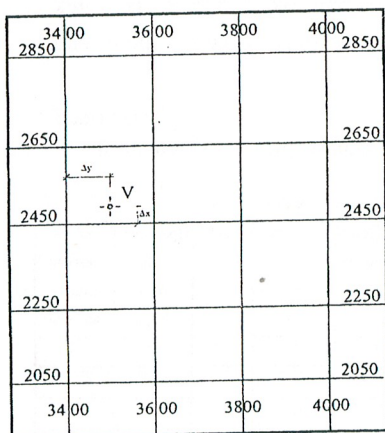


Рис. 2. Образец нанесения точки теодолитного хода на план

Для построения V точки хода с координатами $x_v=2500,00$ м и $y_v=3500,00$ м находят квадрат, в котором эта точка расположена. Так как абсцисса точки находится в интервале $2450,00 < x < 2650,00$, а ордината – в интервале $3400,00 < y < 3600,00$, то чтобы нанести точку V на план, определяют

$$\Delta x = x_v - x_{2450} = 2500,00 - 2450,00 = 50,00 \text{ м};$$

$$\Delta y = y_v - y_{3400} = 3500,00 - 3400,00 = 100,00 \text{ м};$$

откладывают Δx от линии сетки 2450,00, Δy от линии сетки 3400,00 в масштабе пла-

1. Пример оформления листа задания

Задание (вариант № 5)

Дирекционный угол начальной стороны основного теодолитного хода

$$\alpha_{V-VI} = 34^\circ 10'.$$

Координаты начальной точки хода $x_v = 2500,00$ м, $y_v = 3500,00$ м.

Абсолютная отметка $H_{R_{17}} = 26,647$ м.

Таблица 1

Вариант № 5 основного хода

№ вершин полигона	Измеренные углы	Горизонтальное проложение, м
V	$108^\circ 19'$	237,20
VI	$119^\circ 57'$	235,04
I	$114^\circ 09'$	240,63
II	$80^\circ 03'$	178,53
III	$237^\circ 56'$	196,61
IV	$59^\circ 35'$	328,71

Таблица 2

Вариант № 5 диагонального хода

№ вершин полигона	Измеренные углы	Горизонтальное проложение, м
I		
II	$33^\circ 08'$	161,44
A	$208^\circ 20'$	170,92
B	$215^\circ 04'$	169,13
V	$29^\circ 21'$	
VI		

Таблица 3

К журналу геометрического нивелирования
Вариант № 5

№ станции	№ точек	Отсчеты по рейкам	
		ЗАДНИЕ	ПЕРЕДНИЕ
1	R_{17}	0738 5420	
	X_1		1528 6213
2	X_1	1269 5953	
	II		2015 6697
7	V	1830 6513	
	X_3		2852 7537
8	X_3	0876 5558	
	VI		2314 6996

2. Обработка теодолитного хода

2.1. Подготовка к расчету ведомости вычисления координат (табл. 4).

Из задания (см. табл. 1) основного теодолитного хода в графу 1 ведомости вычисления координат последовательно выписывают номера точек хода. Начинают и завершают выписку так, чтобы в начале и конце хода были названы исходные стороны опорной сети в направлении хода. В нашем примере в начале хода записывают пункты в такой последовательности: V, VI, I, II, III, IV, V, VI.

В графу 2 записывают значения измеренных углов β_i , а в графу 7 - горизонтальные проложения d сторон хода.

В графу 4 записывают дирекционный угол начальной стороны основного хода α_{V-VI} , а в графы 12 и 13 соответственно абсциссу x_v и ординату y_v начальной точки основного хода. В таком же порядке заполняется ведомость координат диагонального хода.

2.2. Расчет ведомости вычисления координат

2.2.1. В графе 2 подсчитывают сумму измеренных углов $\sum \beta_{изм}$.

2.2.2. Вычисляют теоретическую сумму внутренних углов замкнутого хода

$$\sum \beta_T = 180^\circ \cdot (n - 2).$$

Для диагонального хода теоретическая сумма углов справа по ходу лежащих

$$\sum \beta_T = \alpha_H - \alpha_K + 108^\circ n, \quad (1)$$

где α_H и α_K - дирекционные углы начальной и конечной сторон хода,

n - число углов в ходе.

2.2.3. Вычисляют угловую невязку

$$f_\beta = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_T \quad (2)$$

и сравнивают её с допустимой

$$f_{\beta доп} = \pm 1' \sqrt{n}. \quad (3)$$

4. Обработка журнала тахеометрической съемки

В процессе выполнения тахеометрической съемки ведется «Журнал тахеометрической съемки» (табл. 8). Обработку результатов полевых измерений при тахеометрической съемке выполняют в такой последовательности.

4.1. Вычисляют углы наклона на реечные точки по формуле

$$v = KL - MO, \quad (18)$$

где KL - отсчет по вертикальному кругу;

MO - место нуля.

Полученные значения углов наклона записывают в графу 7 обрабатываемого журнала.

4.2. Горизонтальные проложения d линий (полярные расстояния) вычисляют по формуле

$$d = D \cdot \cos^2 v \quad (19)$$

где D - расстояние, определенное с помощью нитяного дальномера (графа 4).

Потом горизонтальное проложение записывают в журнал (графа 8).

4.3. Затем последовательно вычисляют табличные $h_{табл}$ и полные ($h_{полн}$) превышения между станцией и пикетными точками по формулам:

$$h_{табл} = \frac{1}{2} D \cdot \sin 2v; \quad h_{полн} = h_{табл} + (i_{пр} - L),$$

где $i_{пр}$ - высота прибора;

L - высота визирования.

Значения $h_{табл}$, $h_{полн}$ записывают соответственно в графу 9 и 11 (табл. 8).

Обработку журнала завершают вычислением отметок H_i пикетных точек по формуле $H_i = H_{ст} + h_{полн}$, которые записывают в графу 12. Для контроля вычисления выполняют во вторую руку.

Таблица 8

Пример подготовки и обработки журнала тахеометрической съемки

СТАНЦИЯ I

$i_{пр} = 1,43$ м $MO = -0^\circ 07'$ ОРИЕНТИРОВ. ПО I-II $H_I = 28,34$ м

№ точек	Характеристика Точки	Высота визирования L	Дальномер. отсчет D	Отсчет по Г.К.	Отсчет по В.К.	Угол наклона v	Горизонт. проложение d	Превышение табличное $h_{табл}$	$i_{пр} - L$	Превышение полное $h_{полн}$	Абсолютная отметка H_i , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1,43	100	336°15'	-0°49'	-0°42'	100,00	-1,22	0	-1,22	27,12
2		-// -	105	10°50'	-1°09'	-1°02'	104,96	-1,89	0	-1,89	26,45
3	Гр. Кустар.	-// -	106	58°05'	-1°54'	-1°47'	105,90	-3,30	0	-3,30	25,04
4		-// -	54	35°11'	-1°43'	-1°36'	53,96	-1,50	0	-1,50	26,84

Таблица 7

Если невязка превышает допустимое значение, то проверяют вычисление суммы измеренных углов. Если и это не приводит к положительному результату, то контролируют выписку углов в ведомости.

2.2.4. Если угловая невязка по абсолютной величине не превышает допустимую, то её распределяют на все углы поровну с обратным знаком. Для этого по формуле

$$\delta_{\beta} = -f_{\beta} / n \quad (4)$$

вычисляют поправку, округляя её до 1'. Сумма поправок должна быть равна невязке с обратным знаком. Значение поправок подписывают над значениями измеренных углов в графе 2 табл. 4.

В нашем примере:

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{изм} - \Sigma \beta_{теор} = 719^{\circ}59' - 720^{\circ}00' = -0^{\circ}01';$$

$$f_{\beta \text{ доп.}} = \pm 1' \cdot \sqrt{6} = \pm 2,45'$$

Так как $f_{\beta} < f_{\beta \text{ доп.}}$, то условие выполнено.

Так как поправка $\delta_{\beta} = -1'$ мала, то можно её вносить в один из измеренных углов, подписывая над значением этого угла в графе 2.

2.2.5. Вычисляют исправленные значения углов $\beta_{испр i}$ по формуле

$$\beta_{испр i} = \beta_{изм i} + \delta_{\beta i} \quad (5)$$

и записывают в графу 3. Для контроля подсчитывают сумму исправленных углов. Она должна быть равна $\Sigma \beta_T$.

2.2.6. По дирекционному углу начальной стороны и исправленным значениям углов последовательно вычисляют дирекционные углы сторон теодолитных (основного и диагонального) ходов:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^{\circ} - \beta_{испр i}, \quad (6)$$

где $\beta_{испр i}$ - исправленные углы (графа 3).

При небольшом числе сторон хода вычисления можно выполнить в рабочей тетради, располагая их столбиком. Если при вычислениях дирекционный угол какой-либо стороны окажется больше 360° , то от полученного значения

Пример подготовки журнала геометрического нивелирования к обработке

№ стан-ции	№ точек	Отсчеты по рейкам		Превышения, мм					Абсолютные отм., мм
		задние	перед.	вычисленные		средние		уравненные + -	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	R17	0738 5420							
	X ₁		1528 6213						
2	X ₁	1269 5953							
	II		2015 6697						
3	II	0341 5024							
	III		2445 7129						
4	III	1077 5763							
	IV		2236 6919						
5	IV	1964 6646							
	X ₂		1244 5929						
6	X ₂	1589 6274							
	V		0973 3657						
7	V	1830 6513							
	X ₃		2852 7537						
8	X ₃	0876 5558							
	VI		2314 6996						
9	VI	2522 7203							
	X ₄		0521 5205						
10	X ₄	2646 7329							
	X ₅		0712 5394						
11	X ₅	2462 7147							
	X ₆		0900 5583						
12	X ₆	2455 7139							
	I		0334 5017						
13	I	0566 5246							
	X ₇		2387 7970						
14	X ₇	0722 5402							
	II		2132 6814						
15	II	2015 6697							
	X ₈		1270 5954						
16	X ₈	1540 6225							
	R17		0745 5427						
Постраничный контроль:		Σзад	Σпер	+Σнвыч	-Σнвыч	+Σнсп	-Σнсп		
		Σзад-Σпер		(+Σнвыч)+(-Σнвыч)		(+Σнсп)+(-Σнсп)			
						Общий контроль			

3. Обработка журнала геометрического нивелирования

Вычисление высот точек съемочного обоснования производят в специальной ведомости (табл. 7) в такой последовательности:

3.1. Подготовка журнала геометрического нивелирования к обработке:

3.1.1. В графу 1 записывают номера станций.

3.1.2. В графу 2 записывают наименование точек.

3.1.3. В графу 3 заносят отсчеты, снятые с задней рейки, по красной и черной сторонам, а в графу 4 – с передней рейки.

3.1.4. С листа задания (строки 1, 2 и 7, 8 (табл. 3)) записывают отсчеты по рейкам в табл. 7 (графы 3 и 4).

3.2. Обработку журнала геометрического нивелирования производят в такой последовательности:

3.2.1. Находят $\Sigma_{\text{зад}}$ и $\Sigma_{\text{пер}}$ отсчетов.

3.2.2. Находят разницу между $\Sigma_{\text{зад}}$ и $\Sigma_{\text{пер}}$ отсчетов.

3.2.3. Определяют превышения $h_q = Z_q - П_q$; $h_k = Z_k - П_k$,

где Z_q – отсчет по черной стороне задней рейки;

$П_q$ – отсчет по черной стороне передней рейки;

Z_k – отсчет по красной стороне задней рейки;

$П_k$ – отсчет по красной стороне передней рейки.

Измерения считаются выполненными правильно, если $|h_q - h_k| \leq 5$ мм.

3.2.4. Находят сумму положительных превышений $+\Sigma h_{\text{выч}}$ и отрицательных $-\Sigma h_{\text{выч}}$. Сумма этих величин должна быть равной значению, полученному в п. 2.2.2.

Если это условие не выполняется, то весь расчет проверяют, начиная с п. 2.2.1.

3.2.5. Находят среднее арифметическое значение превышений и записывают в графу 7 или 8 (табл. 7) в соответствии с их знаками.

3.2.6. Находят невязку в превышениях f_h по формуле

$$f_h = \Sigma h_{\text{сп}} - \Sigma h_{\text{теор}}, \quad \Sigma h_{\text{теор}} = (H_k - H_n), \quad (14)$$

где H_k – абсолютная отметка конечной точки нивелирного хода;

H_n – абсолютная отметка начальной точки нивелирного хода.

следует вычесть 360° .

Контролем правильности вычислений дирекционных углов является равенство вычисленного и заданного дирекционного угла начальной стороны.

Любое отклонение полученного значения от начального дирекционного угла свидетельствует о наличии ошибки, которую необходимо найти и исправить.

Полученные значения дирекционных углов сторон теодолитного хода записывают в графу 4.

2.2.7. Дирекционные углы переводят в румбы (рис. 1, табл. 5).

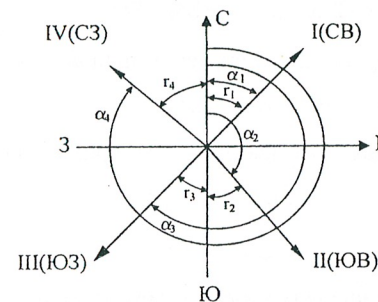


Рис. 1. Схема зависимости румбов от дирекционных углов

Таблица 5

Связь дирекционных углов и румбов

Чет- верть	Дирекционные углы	Румбы	Направления линий
I	$0^\circ - 90^\circ$	$r_1 = \alpha_1$	СВ
II	$90^\circ - 180^\circ$	$r_2 = 180^\circ - \alpha_2$	ЮВ
III	$180^\circ - 270^\circ$	$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$	ЮЗ
IV	$270^\circ - 360^\circ$	$r_4 = 360^\circ - \alpha_4$	СЗ

2.2.8. Определяют значения \cos и \sin румбов сторон. Результаты заносят в графу (6).

2.2.9. По значениям $\cos r$ и $\sin r$ (графа 6) и длинам сторон (графа 7) вычисляют приращения координат, округляя их до 0,01 м.

$$\Delta x_i = \pm d_i \cdot \cos r_i; \quad \Delta y_i = \pm d_i \cdot \sin r_i. \quad (7)$$

Эти данные заносят в ведомость, записывая значение Δx в графу 8, Δy в графу 9 в соответствии с их знаками в этой четверти (табл. 6).

Таблица 6

	I четверть	II четверть	III четверть	IV четверть
x	+	-	-	+
y	+	+	-	-

2.2.10. Вычисляют суммы приращений координат по осям X (графа 8) и Y (графа 9) по следующим формулам;

$$\Sigma \Delta x = \Delta x(+) + \Delta x(-); \quad \Sigma \Delta y = \Delta y(+) + \Delta y(-). \quad (8)$$

2.2.11. Находят невязки в приращениях координат по формулам

$$fx = \Sigma \Delta x - \Sigma \Delta x_{теор}; \quad fy = \Sigma \Delta y - \Sigma \Delta y_{теор}. \quad (9)$$

А так как сумма теоретических значений приращений координат в замкнутом ходе равна нулю, то $fx = \Sigma \Delta x$; $fy = \Sigma \Delta y$.

Для диагонального хода теоретическая сумма приращения координат равна:

$$\Sigma \Delta x_{теор} = x_k - x_n;$$

$$\Sigma \Delta y_{теор} = y_k - y_n;$$

Тогда невязка в приращениях координат будет равна

$$fx = \Sigma \Delta x - (x_k - x_n);$$

$$fy = \Sigma \Delta y - (y_k - y_n),$$

где x_n, y_n – координаты начальной точки теодолитного хода;

x_k, y_k – координаты конечной точки теодолитного хода.

2.2.12. По значениям fx и fy вычисляют абсолютную невязку в периметре хода по формуле

$$f_P = \sqrt{fx^2 + fy^2}, \quad (10)$$

а относительную невязку - по формуле $f_{P_{отн.}} = \frac{f_P}{P}$.

В замкнутом теодолитном ходе невязка считается допустимой, если она не превышает 1:2000 длины хода.

В нашем примере:

$$\Delta x(+) = 452,98 \text{ м}; \quad \Delta x(-) = 452,66 \text{ м}; \quad \Delta y(+) = 449,60 \text{ м}; \quad \Delta y(-) = 449,76 \text{ м};$$

$$fx = \Delta x(+) + \Delta x(-) = 0,32 \text{ м}; \quad fy = \Delta y(+) + \Delta y(-) = -0,16 \text{ м};$$

$$f_P = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{0,32^2 + (-0,16)^2} = 0,36 \text{ м};$$

$$f_{P_{отн.}} = \frac{f_P}{P} = \frac{0,36}{1416,72} \approx \frac{1}{3935,33} < \frac{1}{2000}.$$

Следовательно, невязка допустима.

2.2.13. Допустимую невязку в приращениях координат распределяют пропорционально длинам сторон d_i .

Для этого вычисляют поправки для диагонального и замкнутого теодолитных ходов:

$$\delta_{xi} = -\frac{fx}{P} \cdot d_i; \quad \delta_{yi} = -\frac{fy}{P} \cdot d_i, \quad (11)$$

округляют их до 0,01 м и записывают со своим знаком над соответствующими приращениями координат в графах 8 и 9.

2.2.14. Исправленные значения приращений координат вычисляют по формулам:

$$\Delta x_{iu} = \Delta x_i + \delta_{xi}; \quad \Delta y_{iu} = \Delta y_i + \delta_{yi}, \quad (12)$$

и записывают в графы 10 и 11 ведомости вычислений координат.

Для контроля вычисляют суммы исправленных приращений координат, которые должны быть равны теоретическим суммам. Отклонения от теоретического значения свидетельствуют о наличии в вычислениях ошибки, которую необходимо найти и исправить.

2.2.15. По исправленным значениям приращений координат вычисляют координаты точек теодолитного хода

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_{i \text{ испр.}}; \quad y_{i+1} = y_i + \Delta y_{i \text{ испр.}}. \quad (13)$$

Полученные значения координат последовательно записывают в графы 12 и 13. В нашем примере:

$$x_{yi} = x_y + \Delta x_{1 \text{ испр.}} = 2500,00 + 196,20 = 2696,20 \text{ м};$$

Для контроля вычисляют координаты конечной точки хода. Контролем правильности вычисления служит совпадение вычисленных значений, выписанных в ведомость ранее.

В нашем примере: $x_y = x_{iy} + \Delta x_{iy-y} = 2239,34 + 260,66 = 2500,00 \text{ м}.$