Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 26.09.2022 04:55:45
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Курский государственный технический университет»
Кафедра «Экспертиза и управление недвижимостью»

Съёмочное обоснование теодолитной съёмки

Методические рекомендации по выполнению расчётно-графической работы по курсу «Инженерная геодезия» для студентов специальностей 270105, 270109, 270112.

Курск 2008

УДК 528.48 (075.8)

Составитель В.К. Капустин

Рецензент
Кандидат технических наук, профессор А.П. Дубяга

Съёмочное обоснование теодолитной съёмки [Текст]: методические рекомендации по выполнению расчётно-графической работы / Курск гос. техн. ун-т; сост.: В.К. Капустин. Курск, 2008, 15 с.: ил. 3,табл. 1, прил. 1. Библиогр.:с.14.

Детально рассмотрена последовательность камеральных работ по созданию на местности съёмочного обоснования теодолитной съёмки.

Методические рекомендации соответствуют Государственному образовательному стандарту РФ по направлению «Строительство».

Предназначены для студентов специальностей 270105, 270109,270112 дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат 60х 84 1/16
Усл. печ. л __. Уч.- изд. л. __. Тираж 50 экз. Заказ __. Бесплатно.
Курский государственный технический университет.
Издательско-полиграфический центр Курского государственного технического университета. 305040 Курск, ул.50 лет Октября, 94.

Оглавление

1. Ведение……4
2. Привязка теодолитного хода……..4
3. Уравнивание горизонтальных углов…….5
4. Вычисление и уравнивание приращений координат 7
5. Вычисление координат……9
6. Составление плана……9

Библиографический список……13

Приложение……..14

1. Введение

Для производства съёмочных работ на участке местности прокладывают теодолитный ход. Начало и конец теодолитного хода должны опираться на «твёрдые» пункты. То есть такие пункты, положение которых известно в местной системе координат. Пункты теодолитного хода закрепляются на местности временными центрами и привязываются линейными засечками к местным предметам. В теодолитном ходе, на местности измеряют следующие величины. Горизонтальные углы при вершинах, длины линий в прямом и обратном направлениях, а также углы наклона линий к горизонту. Углы наклона линий могут быть определены через превышения, если они известны.

2. Привязка теодолитного хода

Привязка теодолитного хода это комплекс работ по определению положения исходного пункта и направления исходной стороны в местной системе координат. Для привязки используются пункты опорной геодезической сети, в числе которых могут быть координированные углы капитальных зданий.

В задании для выполнения РГР предложены координаты нескольких пунктов опорной геодезической сети (таблица 1). Для привязки теодолитного хода будут использованы два пункта: «крд 1» и «крд 2».

Положение исходного пункта теодолитного хода (см. рис.1, т.1) на местности выбирается таким образом, что бы он оказался строго в створе между «крд 1» и «крд 2». Выбор производится путём решения задачи построения створа.

Основными элементами привязки будут 1) – горизонтальное проложение линии «крд 1 – т.1» и 2) – левый примычный угол стороны «т.1 – т.2». В рассматриваемом примере это длина 18,22 м и угол 38º22,5´. Дополнительные, контрольные элементы привязки – горизонтальное проложение стороны «т.1 – крд 9» и левый примычный угол стороны «т.5 –т.1».

Направление линии «крд 1 – т.1» совпадает с направлением линии «крд 1- крд 9» из условия построения на местности. Соответствующий дирекционный угол находим путём решения

обратной геодезической задачи. Приращения координат имеют следующие значения.

$$\Delta X = 750.36 - 720.05 = 30.31 \text{ м},$$
$$\Delta Y = 1098.92 - 981.42 = 117.50 \text{ м}.$$

Абсолютная величина румба этой линии

$$r = \text{arctg}(117.50/30.31) = 75^\circ 32.1' .$$

Направление находится в первой четверти так, как $\Delta X>0$, $\Delta Y>0$. Следовательно

$$R_{1\text{-}9} = \text{СВ}: 75^\circ 32{,}1'$$
$$\alpha_{1\text{-}9} = 75^\circ 32{,}1' .$$

Координаты исходного пункта теодолитного хода (т.1) определяются путём решения прямой геодезической задачи. Приращения координат составят

$$\Delta X = 18.22 * \cos(75\ 32.1) = 4.55 \text{ м},$$
$$\Delta Y = 18.22 * \sin(75\ 32.1) = 17.64 \text{ м}.$$

$$X = 720.05 + 4.55 = 724.60 \text{ м},$$
$$Y = 981.42 + 17.64 = 999.06 \text{ м} .$$

Примычный угол исходной стороны – левый. Поэтому её направление находится в виде

$$\alpha_{т.1\text{-}т.2} = \alpha_{1\text{-}9} + 38^\circ 22{,}5' = 113^\circ 54{,}6' .$$

3. Уравнивание горизонтальных углов

Теодолитный ход выполнен в виде пятиугольника. Теоретическая сумма внутренних углов пятиугольника составляет значение

$$\sum\beta_{теор} = 180^\circ (5\text{-}2) = 540^\circ 00'.$$

Фактически измеренные углы при вершинах полигона приведены на схеме (рис.1). Эти значения перенесены в специальную ведомость (см. приложение).

Фактическая сумма измеренных углов находится путём их последовательного сложения в виде

$$\begin{array}{r} 184^\circ\ 02{,}0' \\ +91^\circ\ 55{,}2' \\ \hline 275^\circ\ 57{,}2' \\ +\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \hline 539^\circ\ 57{,}9' \end{array}$$

$$\sum\beta_{изм} =$$

Отличие теоретической суммы углов от измеренной называется угловой невязкой. Угловая невязка вычисляется в виде

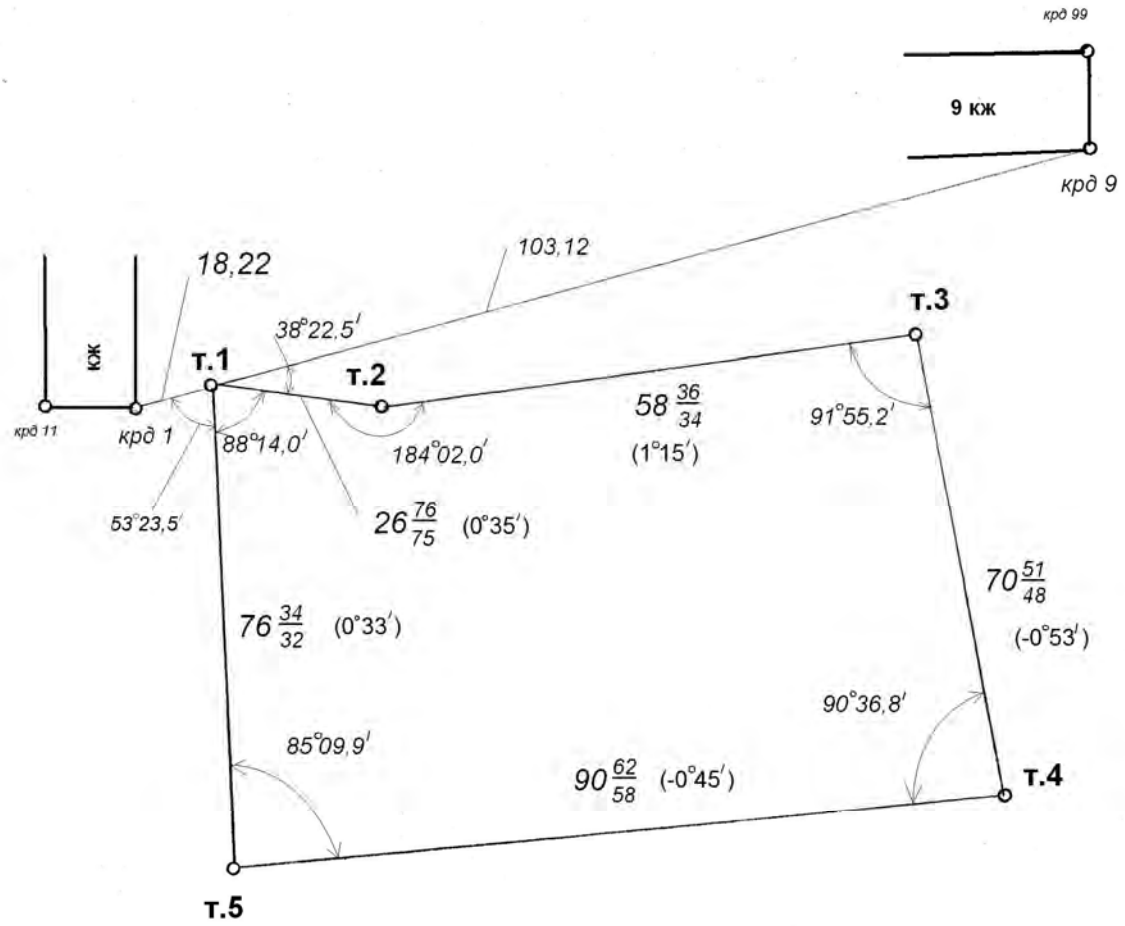


Рис.1. Схема теодолитного хода

Таблица 1

	Координаты пунктов		ΔX ,м	ΔY, м	d, м	α
	X , м	Y , м				
крд 9	750,36	1098,92	30,31	117,50	121,35	75º32,1'
крд 1	720,05	981,42				
крд 11	720,05	975,00				
крд 99	765,70	1098,92				

$$f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор} = -2,1' .$$

Предельная допускаемая угловая невязка для полигона из пяти вершин составляет

$$\{f_\beta\} = 1\sqrt{5} = 2,2'.$$

Угловая невязка по абсолютной величине не должна превышать предельную допускаемую. Иначе угловые измерения следует повторить.

Если угловая невязка по абсолютной величине менее предельной допускаемой, то производится уравнивание измеренных углов путём введения поправок.

Поправки распределяются поровну между измеренными углами. Точность поправки не должна быть выше точности измерений, то есть 0,1′ и сумма поправок должна составлять точное значение невязки, но с обратным знаком. Поправки выписываются в ведомости в виде целых чисел над последней значащей цифрой измеренного угла.

Исправленные углы записываются в ведомости рядом с измеренными.

4. Вычисление и уравнивание приращений координат

Вычисление приращений координат и их уравнивание это первый этап решения прямой геодезической задачи. Для вычисления приращения координат линии теодолитного хода необходимо знать горизонтальное проложение этой линии и её направление, то есть дирекционный угол.

Результаты измерения длин линий в прямом и обратном направлениях приведены на схеме (рис.1). В скобках, на чертеже даны углы наклона к горизонту для соответствующих линий. Горизонтальные проложения находятся, как среднее арифметическое из двух значений с учётом поправки за наклон линии к горизонту. Введение поправки требуется, если угол наклона более 1,5º.

Направление исходной стороны определено в разделе 2. Дирекционный угол последующей стороны полигона равен дирекционному углу предыдущей стороны плюс 180º и минус исправленный правый угол при вершине. Вычисления производятся в виде непрерывного столбца:

$\alpha_{т.1\text{-}т.2}$= 113 54,6
+180 00
293º 54,6
-184º 02,4
$\alpha_{т.2\text{-}т.3}$= 109º 52,2
…….
…….
$\alpha_{т.1\text{-}т.2}$= 473º 54,6
-360º 00
113º 54,6

В результате вычислений по замкнутому контуру должно получиться точное значение исходного направления. Если условие контроля выполнено, то полученные значения дирекционных углов выписываются в Ведомость (приложение , столбец 4).

Для каждой линии теодолитного хода, с помощью калькулятора вычисляются приращения координат. При работе с калькулятором следует помнить, что аргумент тригонометрической функции должен быть в градусах и десятичной форме.

Например, требуется найти значение cos(113º 54,6').

Для этого выполняются следующие действия:

54,6/60 +113 = функция cos результат -0,40530.

Линия «т.1-т.2»

$\Delta X_2 = 26,76 * \cos(113º54,6') = 10,85$ м,

$\Delta Y_2 = 26,76 * \sin(113º54,6') = 24,46$ м.

Линия «т.2-т.3»

……..
……..

……..

Линия «т.5-т.1» …….

Теоретическая сумма приращений координат по X и по Y равна нулю так, как теодолитный ход замкнутая фигура. Фактические суммы приращений координат замкнутого полигона могут отличаться от нуля и их величины принято называть невязками.

Невязка по «X»

$f_X = \Sigma\Delta X = -0,07$ м.

Невязка по «Y»

$f_Y = \Sigma\Delta Y = -0,11$ м.

Абсолютная невязка полигона

$f_{абс} = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)} = 0,13$ м .

Отношение абсолютной невязки к периметру полигона называется относительной невязкой

$$f_{отн} = 1/(P:f) = 1/2480.$$

Относительная невязка не должна превышать предельного значения$\{f_{отн}\}$, в зависимости от условий на местности.

В случае, если относительная невязка допустима, то следует выполнить уравнивание приращений координат путём введения поправок. Поправки вводятся пропорционально длинам линий с точностью до сантиметра. Сумма поправок должна быть равна невязке с обратным знаком по соответствующей координате. Исправленные приращения координат выписываются в ведомости под соответствующими вычисленными ранее значениями.

5. Вычисление координат

Координаты исходного пункта теодолитного хода получены в разделе 2. Координаты последующих пунктов хода вычисляются через исправленные приращения в виде:

	X	Y
т.1	724,60	999,06
	-10,85	+24,46
т.2	713,75	1023,52
	-19,82	+54,86
……		
т.1	724,60	999,06

Контроль вычислений состоит в получении значений координат исходного пункта. По завершении контроля вычислений, значения координат всех пунктов выписываются в Ведомость.

6. Составление плана

6.1 Построение координатной сетки

Координатная сетка на чистом листе ватмана произвольной формы может быть построена различными способами. Например, с помощью линейки Ф.В. Дробышева, способом диагоналей или путём использования просветного экрана.

В результате построений должна быть получена сетка правильных квадратов, в количестве достаточном для изображения всех вершин полигона и пунктов опорной геодезической сети.

В первую очередь на чистом листе необходимо построить прямоугольник максимально возможного размера. При построении будем использовать известное из геометрии свойство диагоналей прямоугольника – они равны между собой и в точке пересечения делятся пополам. Таким образом, если от точки пересечения диагоналей отложить равные отрезки на самих диагоналях, то это будут вершины прямоугольника. Последовательно соединим эти вершины и получим исходную фигуру для ориентирования координатных линий.

Координатные линии на всех топографических планах проводятся с одинаковым шагом, равным 100 мм.

При необходимости сетка квадратов может быть сдвинута относительно центра листа. Это целесообразно в том случае, когда возникает необходимость «центрировать» полигон в целях экономии бумаги. Если «центрирование» не требуется, то исходные координатные линии могут быть проведены через точку пересечения диагоналей. Все прочие координатные линии строятся от исходных с шагом 100 мм. Для обеспечения требуемой точности построений каждая координатная линия должна проводиться через две точки. Эти точки отмечаются на противоположных сторонах прямоугольника.

Готовые квадраты контролируются с помощью циркуля – измерителя путём сравнения диагоналей. Точность построения каждого из квадратов должна находиться в пределах +/- 0,2 мм.

Оцифровка линий координатной сетки производится таким образом, что бы расположение полигона было оптимальным. Все надписи должны быть кратными шагу линий на местности, который определяется исходя из заданного масштаба. Например, для масштаба 1:500 шаг координатных линий 50 метров. Все надписи в этом случае должны быть кратными 50 метрам. Следует помнить, что в геодезии принята левая система координат, поэтому ось «Х» направлена снизу вверх, а ось «У» слева на право.

6.2 Нанесение пунктов хода на план.

По координатам отдельного пункта определяется квадрат сетки, которому он принадлежит. Пусть это будет т.1 с координатами

X=520,31 м и У=215,42 м. Требуемый квадрат изображен на чертеже (см. рис. 2).

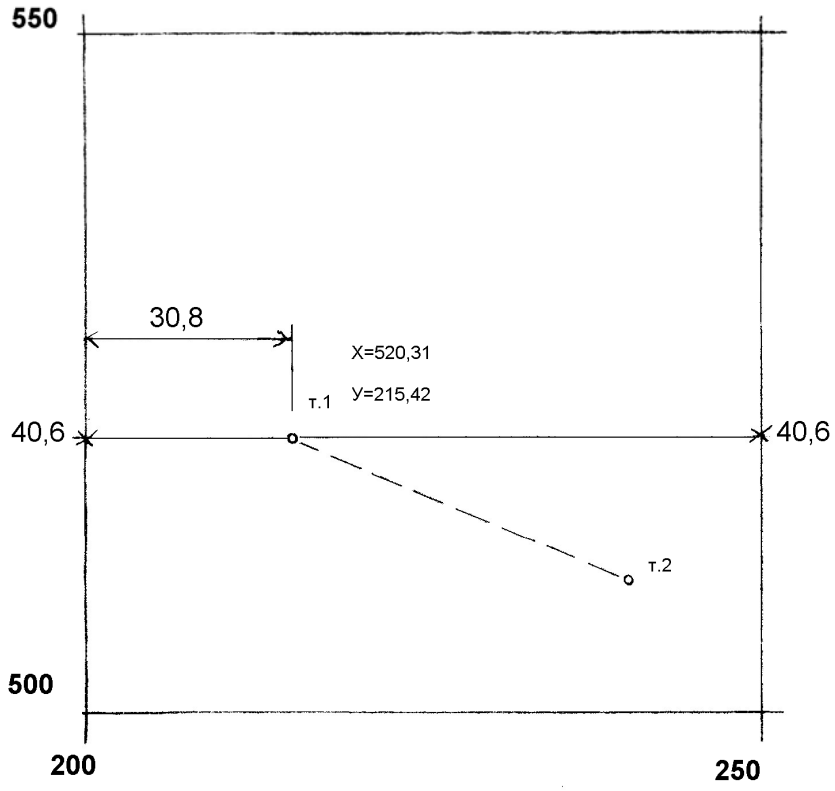
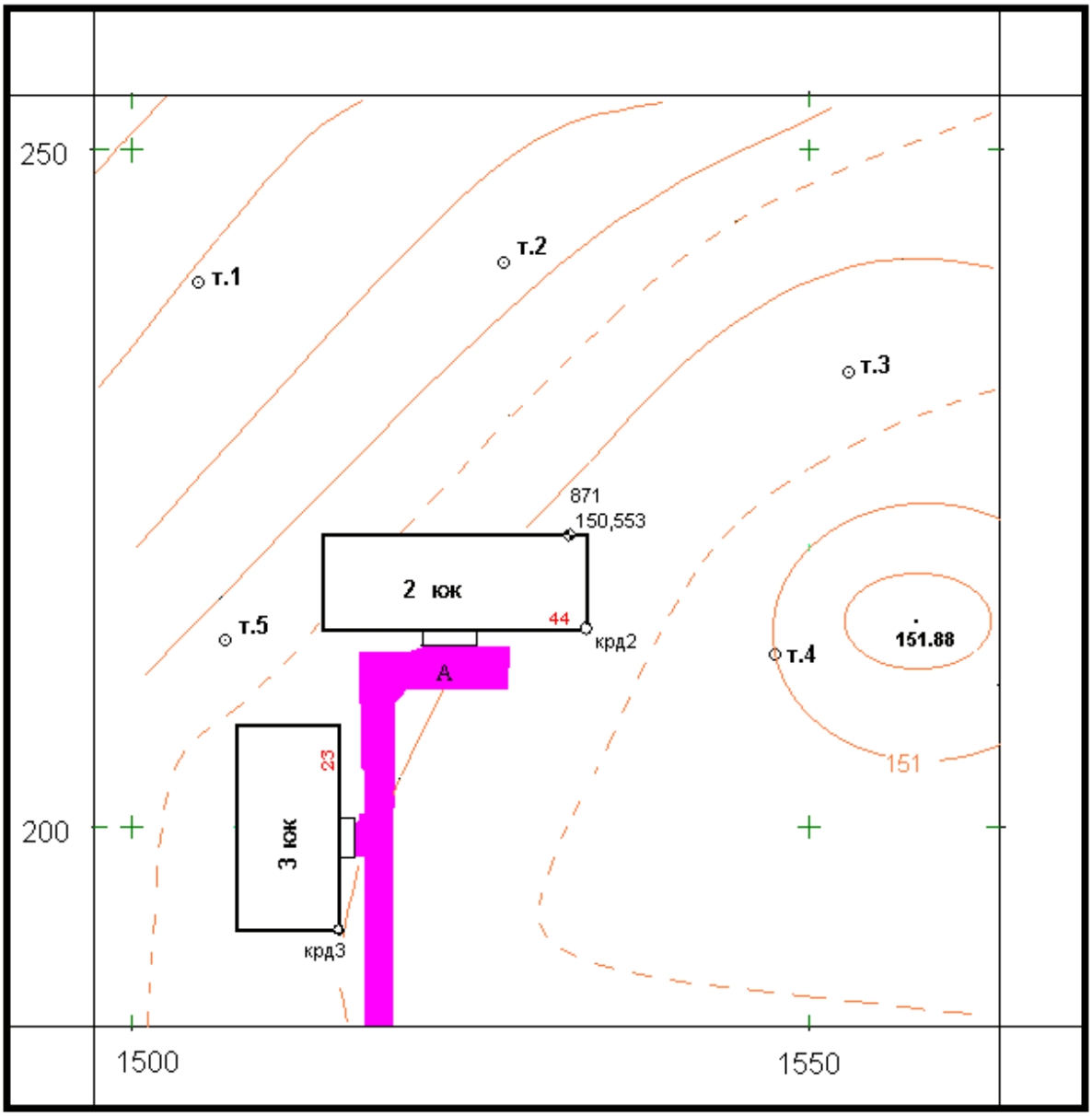


Рис. 2 Схема графических построений.

От ближайшей координатной линии X=500 м, отложим 20,31 м. В масштабе плана, на бумаге это будет 40,6 мм. Откладывать следует вдоль У=200 и У=250. Соединим полученные точки. Это будет линия с абсциссой X=520,31м. От точки пересечения этой линии с координатной линией У=200 м отложим горизонтальный отрезок 30,8 мм, соответствующий на местности 15,42 м. Полученное положение т.1 можно будет считать окончательным только после проведения контрольных действий. Контроль сводится к проверке инварианта положения, то есть длины некоторого отрезка, к одному из концов которого принадлежит данная точка. Нанесём на план последующую вершину т.2 и измерим на бумаге горизонтальное проложение между этими пунктами. По ведомости координат находим фактическое значение и сравниваем его с измеренным.

КГТУ



Выполнил:_____
Проверил:_____

1 : 500

В 1 сантиметре 5 метров

Сплошные горизонтали проведены через 0,5 метра

Система высот Балтийская

г.Курск 2008

Рис. 3 Пример оформления топографического плана

Допускаемое расхождение +/- 0,5 мм в масштабе плана.

По окончании контроля положения всех пунктов хода, производится их закрепление с помощью иглы циркуля и условного знака. Пункт теодолитного хода, временного закрепления на местности вычерчивается на плане под лекало в виде окружности диаметром 1,5 мм.

6.3 Графическое оформление.

Для графического оформления чертежа плана, выбранного масштаба имеются общепринятые правила[3].

Стандартный формат масштабного изображения – 500 на 500 мм. Это сетка из 25 квадратов (5на 5) размером 100 на 100 мм. По периметру поля чертежа проводится внешняя, оформительская рамка толщиной линии 1,2 мм. Расстояние между внешней и внутренней рамками постоянное и равно 12,8 мм.

Координатные линии полностью не изображаются, а представляются в виде перекрестий размером 6 на 6 мм, линиями зелёного цвета. Помимо перекрестий показываются выходы координатных линий на линии рамки в виде штрихов по 3 мм.

Пример рамок и внешнего оформления с указанием шрифтов надписей можно найти в справочнике [3, табл. 120].

Иногда используют нестандартный формат, в зависимости от размера изображения. При оформлении топографического плана, в любом случае, следует использовать стандартные условные знаки. Пример графического оформления приведен на рис 3.

Библиографический список

1. . Инженерная геодезия [Текст]: учебник под ред. Д.Ш. Михелёва М. , 2001.

2. . Практикум по инженерной геодезии[Текст]: Б.Б. Данилевич, В.Ф. Лукьянов, Б.С. Хейфец [и др.], М., 1987.

3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500[Текст]: М. 2000.

Приложение

Ведомость вычисления координат пунктов теодолитного хода

№№ вершин	Внутренние углы правые				Дирекционные углы		Горизонтальные проложения , м.	Приращения координат , м				Координаты , м		Вершины
	измеренные		исправлен.					±	ΔX	+/-	ΔY	X	У	
	град	мин	гра	мин	град	мин								
1	2		3		4		5		6		7	8	9	10
т.1												724,60	999,06	**т.1**
		+4			113	54,6	26,76	-	10,85	+	24,46			
т.2	184	02,0	184	02,4				-	**10,85**	+	**24,46** +1	713,75	1023,52	**т.2**
		+4			109	52,2	58,33	-	19,82	+	54,86			
т.3	91	55.2	91	55,6				-	**19,82** + 1	+	**54,87** +3	693,93	1078,39	**т.3**
		+4			197	56,6	70,50	-	67,07	-	21,72			
т.4	90	36,8	90	37,2				-	**67,06** +3	-	**21,69** +4	626,87	1056,70	**т.4**
		+4			287	19,4	90,60	+	26,98	-	86,49			
т.5	85	09,9	85	10.3				+	**27,01** +2	-	**86,45** +3	653,88	970,25	**т.5**
		+5			22	09,1	76,33	+	70,70	+	28,78			
т.1	88	14,0	88	14,5				+	**70,72**	+	**28,81**	724,60	999,06	**т.1**
					113	54,6								
т2							P = 322,54	-	97,74	-	108,21			
								+	97,68	+	108,10			

$\sum\beta_{изм}$ =539º57,9′ f_X = -0,06 $f_У$ = -0,11 $f_{абс}=\sqrt{(f_X^2+f_У^2)}$ = 0,13

$\sum\beta_{теор}$ =180º (n-2) = 540º00′ $f_{отн}$ =1/(P:$f_{абс}$)= 1/2480

f_β =$\sum\beta_{изм}$ - $\sum\beta_{теор}$= -2,1′ {$f_{отн}$} =1/2000

{f_β} = 1′$\sqrt{n}$ = 2,2′ $f_{отн}$ <{$f_{отн}$}

Ведомость вычисления координат пунктов теодолитного хода (бланк задания)

№№ вершин	Внутренние углы правые				Дирекционные углы		Горизонтальные проложения , м.	Приращения координат , м				Координаты , м		Вершины
	измеренные		исправлен.					±	ΔX	+/-	ΔY	X	У	
	град	мин	гра	мин	град	мин								
1	2		3		4		5		6		7	8	9	10
т.1														**т.1**
							26,76							
т.2	184	02,0												**т.2**
							58,33							
т.3	91	55.2												**т.3**
							70,50							
т.4	90	36,8												**т.4**
							90,60							
т.5	85	09,9												**т.5**
							76,33							
т.1	88	14,0												**т.1**
т2							P = 322,54							

$\sum\beta_{изм}$ =
$\sum\beta_{теор}$ =180º (n-2) =
f_β =$\sum\beta_{изм}$ - $\sum\beta_{теор}$=
{f_β} = 1´√n =

f_X = ____ f_Y = _____ $f_{абс}=\sqrt{(f_X^2+f_Y^2)}$ = _____
$f_{отн}=1/(P:f_{абс})$= _____
{$f_{отн}$} =_____
$f_{отн}$ {$f_{отн}$}