

Общие положения

К выполнению контрольной работы студент приступает после изучения соответствующих разделов и ознакомления с настоящими методическими указаниями.

Теодолитная съемка:

- общие сведения о плане, карте, профиле;
- измерение линий;
- ориентирование линии;
- теодолит, измерение горизонтальных углов;
- производство угломерной съемки;
- составление плана по результатам теодолитной съемки.

Пояснительная записка к контрольной работе, выполненная на листах формата А4, должна быть краткой, содержать описание всех этапов выполнения работ.

Страницы должны быть пронумерованы. В пояснительной записке необходимо приводить формулы, по которым выполняются расчеты, а также по одному примеру расчета на приведенную формулу. Пояснительная записка должна быть написана пастой. Чертежи могут быть выполнены тушью или карандашом, с соблюдением установленных топографических знаков и ГОСТ.

Студент должен подписать пояснительную записку и чертежи, указав шифр. В конце пояснительной записки необходимо привести список используемой литературы. Одновременно с пояснительной запиской студент должен сдать материалы, указанные в конце каждой части.

Полученные результаты обработки журнала измерения горизонтальных углов, ведомости вычисления координат точек теодолитного хода, журнала технического нивелирования, ведомости расчета кривой, контроля элементов трассы и профиля заносятся в соответствующие таблицы Приложения по выполнению контрольной работы.

Теодолитная съемка

По измеренным внутренним углам и длинам сторон многоугольника (теодолитного хода), по заданному дирекционному углу (азимуту) одной из сторон хода (табл.1) и приложенному к журналу абрису:

- а) вычислить и увязать внутренние углы;
- б) вычислить дирекционные углы (азимуты) и румбы всех сторон многоугольника;
- в) вычислить координаты вершин хода и построить по ним план;
- г) по абрису нанести ситуацию.

Из табл.1 студентом к дальнейшей разработке выбирается тот вариант, буква которого совпадает с первой буквой фамилии и номер которого совпадает с последней цифрой шифра зачетной книжки студента (если последняя цифра 0, принимается вариант 10).

Таблица 1

Дирекционный угол (азимут) стороны теодолитного хода I-II

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А-К	25° 25'	35° 45'	40° 55'	45° 35'	50° 15'	50° 10'	60° 15'	65° 20'	80° 50'	75° 30'
Л-Ф	80° 25'	90° 45'	90° 20'	100° 15'	110° 35'	120° 15'	130° 40'	140° 10'	170° 40'	190° 20'
Х-Я	200° 29'	220° 30'	240° 35'	250° 10'	260° 20'	280° 40'	290° 50'	300° 10'	310° 30'	320° 20'

Порядок выполнения расчетов

1. По записанным в журнале (табл.2) отсчетам измеренных внутренних углов многоугольника вычислить их значения для каждого измеренного полуприема, вычислить полученные средние значения углов в ведомости вычисления координат, начиная и заканчивая вершиной 1.

Угол в полуприеме (КЛ или КП) вычисляется как отсчет на заднюю точку минус отсчет на переднюю точку.

Если отсчет на заднюю точку меньше отсчета на переднюю точку, к нему необходимо прибавить 360° и вычесть отсчет на переднюю точку.

Пример: а) точка 1, КЛ б) точка 1, КП

$$\begin{array}{r}
 82^\circ 54' \\
 +360^\circ 00' \\
 \hline
 442^\circ 54' \\
 -313^\circ 36' \\
 \hline
 129^\circ 18'
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 174^\circ 56' \\
 -45^\circ 39' \\
 \hline
 129^\circ 17'
 \end{array}$$

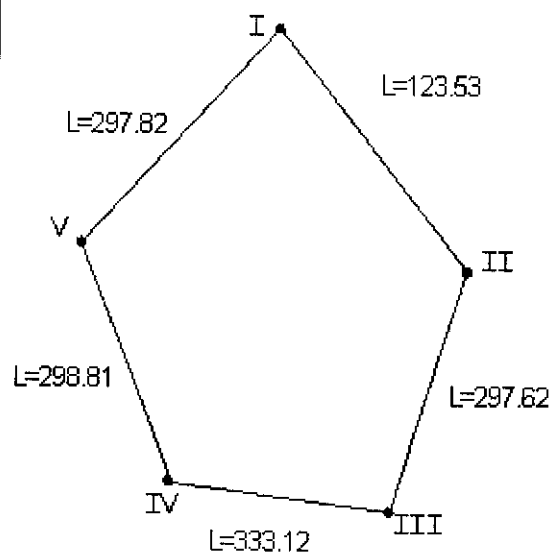
При измерении угла многоугольника значения полученных результатов каждого из двух полуприемов не должны отличаться между собой более чем на величину двойной точности прибора (при точности прибора $30''$ двойная точность составляет $1'$).

$$\Sigma \beta_{пр} = \Sigma \beta_{изм} \quad (1)$$

Журнал измерения горизонтальных углов

Теодолит Т30 №3478

№ точек стояния	№ точек наблюдения	Отсчеты по горизонтальному кругу	Угол в полу-приеме	Средний угол	Схема теодолитного хода
1	2	3	4	5	
Основной ход					
I	КЛ			129°17,5'	
	V	82°54'			
	II	313°36'	129°18'		
	КП				
V	174°56'				
II	45°39'	129°17'			
II	КЛ				
	I	302°16'			
	III	179°09'			
	КП				
I	61°14'				
III	298°07'				
III	КЛ				
	II	100°21'			
	IV	7°06'			
	КП				
II	52°25'				
IV	319°10'				
IV	КЛ				
	III	311°20'			
	V	214°00'			
	КП				
III	42°48'				
V	305°28'				
V	КЛ				
	IV	111°17'			
	I	14°18'			
	КП				
IV	202°04'				
I	105°05'				



2. Подсчитать практическую сумму средних значений углов многоугольника и сравнить её с теоретической суммой углов многоугольника, определяемой по формуле (2):

$$\Sigma \beta_m = 180^\circ (n - 2), \quad (2)$$

где n – число углов многоугольника.

Определить угловую невязку в практической сумме измеренных углов многоугольника, как разность между практической суммой ($\Sigma\beta_{np}$) и теоретической суммой ($\Sigma\beta_m$) углов:

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{np} - \Sigma\beta_m \quad (3)$$

Сравнить f_{β} с $f_{\beta_{np.доп}}$. При этом величина допускаемой угловой невязки $f_{\beta_{np.доп}}$ определяется по формуле

$$f_{\beta_{np.доп}} = \pm 1' \sqrt{n} \quad (4)$$

где n – число углов многоугольника.

Если вычисления произведены правильно, должно соблюдаться соотношение

$$f_{\beta} \leq f_{\beta_{np.доп}} \quad (5)$$

3. Полученная угловая невязка при выполнении условия (5) распределяется по углам многоугольника следующим образом: сначала округляются дробные значения минут до целой минуты со знаком, противоположным f_{β} , оставшиеся неувязанными минуты распределяются по углам, имеющим короткие стороны.

4. По увязанным углам и заданному дирекционному углу (азимуту) стороны многоугольника вычислить дирекционные углы (азимуты) всех остальных сторон по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{np} \quad (6)$$

т.е. азимут линии последующей равен азимуту линии предыдущей плюс 180° , минус горизонтальный справа по ходу лежащий увязанный (исправленный) угол.

Пример (табл. 3): $161^\circ 57' + 180^\circ - 93^\circ 15' = 248^\circ 42'$.

Контролем правильности вычислений дирекционных углов (азимутов) служит значение конечного дирекционного угла, равное заданному дирекционному углу, к которому должно привести последовательное вычисление дирекционных углов (азимутов) всех сторон, заканчивая первоначальной.

Пример (табл. 3): $54^\circ 23' + 180^\circ - 129^\circ 18' = 105^\circ 05'$.

Вычисленные дирекционные углы (азимуты) сторон многоугольника перевести в румбы (рис.1).

5. Вычислить приращения координат Δx и Δy по формулам:

$$\Delta x = d \cdot \cos r,$$

$$\Delta y = d \cdot \sin r,$$

(7)

где d – горизонтальные проложения длин линии; r – румбы.

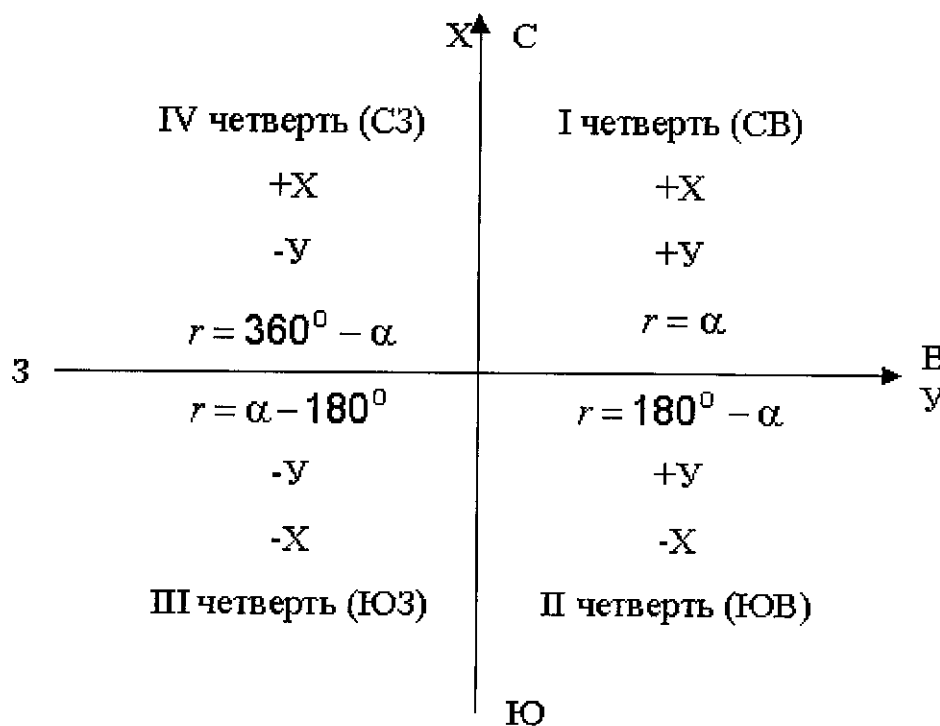


Рис. 1. Зависимость между румбами и дирекционными углами

Горизонтальные проложения длин линий указаны на схеме теодолитного хода (см. табл. 2). Знаки приращений определяются в зависимости от названия румбов соответствующих сторон.

Пример. Румб – ЮВ $74^\circ 55'$, горизонтальное проложение – 123,53 м. Так как название румба ЮВ, приращение Δx будет иметь знак "-", приращение Δy знак "+", а их значения составят:

$$\Delta x = 123,53 \cdot \cos 74^\circ 55' = -32,15 \text{ м},$$

$$\Delta y = 123,53 \cdot \sin 74^\circ 55' = +119,27 \text{ м}.$$

Вычисления приращений координат произвести с точностью два знака после запятой.

6. По суммам приращений Δx и Δy определить невязку в приращениях координат.

Пример (табл. 3):

$$\begin{aligned} +\sum \Delta x &= 435.71, & -\sum \Delta x &= 436.13, & f_x &= 435.71 - 436.13 = -0.42. \\ +\sum \Delta y &= 453.60, & -\sum \Delta y &= 453.55, & f_y &= 453.60 - 453.55 = +0.05. \end{aligned}$$

Теоретически, в замкнутом многоугольнике суммы положительных и отрицательных приращений по координатам x и y должны быть равны нулю

$$\text{(т.е. } +\sum \Delta x = -\sum \Delta x \text{ и } +\sum \Delta y = -\sum \Delta y \text{)}.$$

7. Вычислить абсолютную невязку для всего периметра по формуле:

$$f_p = \sqrt{f^2 x + f^2 y} \quad (8)$$

$$\text{Пример: } f_p = \sqrt{(-0.42)^2 + (+0.05)^2} = 0.42$$

8. Установить допустимость полученной абсолютной невязки, принимая за предельную величину, равную $1/2000$ периметра:

$$f(\text{отн}) = \frac{f_p}{P} \quad (9)$$

$$\text{Пример: } \frac{0.42}{1350.9} = \frac{1}{3216} < \frac{1}{2000} \text{ — условие выполняется.}$$

Величины невязок f_p и $f(\text{отн})$, являющиеся оценкой качества произведенных полевых работ, вписываются в ведомость вычисления координат (табл. 3).

9. Полученную допустимую невязку в приращениях координат распределить отдельно по приращениям Δx и Δy пропорционально длинам горизонтальных проложений сторон многоугольника, с противоположным знаком:

$$\begin{aligned} \delta_{xi} &= -\frac{f_x \cdot d_{i \text{ ком.}}}{P_{\text{ком.}}}, \\ \delta_{yi} &= -\frac{f_y \cdot d_{i \text{ ком.}}}{P_{\text{ком.}}}, \end{aligned} \quad (10)$$

где δ_{xi} , K_n – величина распределяемой невязки по координатам x и y соответственно для i -той точки хода ($i = 1..5$); $d_{i\text{сот}}$ – горизонтальное проложение, выраженное в сотнях метров; $P_{\text{сот}}$ – периметр хода, выраженный в сотнях метров.

Пример (табл. 3): $f_x = -0.42$. Величина распределяемой невязки по приращению Δx в точке хода I составит:

$$\delta_{xI} = -\frac{-0.42 \cdot 1.2353}{13.509} = +0.04$$

Сумма поправок δ_x должна быть равна f_x , взятой с противоположным знаком, а сумма поправок δ_y должна быть равна f_y .

10. Исправить приращения координат.

Пример: $-32,15 + 0,04 = -32,11$.

Контроль: суммы исправленных приращений Δx и Δy должны быть равны 0.

11. Принять для всех вариантов координаты x и y точки хода I равными 1000.00 м. По исправленным приращениям координат Δx и Δy вычислить координаты x и y оставшихся вершин хода с точностью до двух десятичных знаков после запятой по формулам: $x_n = x_{n-1} + \Delta x$, $y_n = y_{n-1} + \Delta y$.

Пример (табл. 3). $X_{II} = +1000,00 - 32,11 = +967,89$.

Контролем вычислений служит совпадение координат начальной точки хода.

Пример обработки и заполнения ведомости вычисления координат приведен в таблице 3.

Таблица 3

Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода (пример)

№ угла	Измеренные углы		Исправленные углы		Дир. угол	Румбы		Гориз. пролож.	Вычисленные приращения		Исправленные приращения		Координаты		
	°	'	°	'		°	'		наз.	°	'	± ΔX	± ΔY	± ΔX	± ΔY
I	129	+0,5 17,5	129	18										+ 1000,00	+ 1000,00
II	123	+1 07	123	08	105 05	ЮВ	74 55	123,53	-	+0,04 32,15	+ 119,27	- 32,11	+ 119,27	+ 967,89	+ 1119,27
III	93	15	93	15	161 57	ЮВ	18 03	297,62	-	+0,09 282,97	+ -0,01 92,22	- 282,88	+ 92,21	+ 685,01	+ 1211,48
IV	97	20	97	20	248 42	ЮЗ	68 42	333,12	-	+0,11 121,01	- -0,02 310,36	- 120,90	- 310,38	+ 564,11	+ 901,10
V	96	59	96	59	331 22	СЗ	28 38	298,81	+	+0,09 262,27	- -0,01 143,19	+ 262,36	- 143,20	+ 826,47	+ 757,90
I					54 23	СВ	54 23	297,82	+	+0,09 173,44	+ -0,01 242,11	+ 173,53	+ 242,10	+ 1000,00	+ 1000,00
								P=1350,9	+	435,71	+ 453,60	+ 435,89	+ 453,58		
									-	436,13	- 453,55	- 435,89	- 453,58		

$$\Sigma \beta_{np} = 539^{\circ}58,5'$$

$$\Sigma \beta_m = 180^{\circ}(n-2)$$

$$\Sigma \beta_m = 180^{\circ}(5-2) = 540^{\circ}$$

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{np} - \Sigma \beta_m = 539^{\circ}58,5' - 540^{\circ} = -1,5'$$

$$f_{np \text{ доп.}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{5} = -2,2',$$

$$1,5' < 2,2'$$

$$fx = -0,42 \quad fy = +0,05$$

$$fp = \sqrt{fx^2 + fy^2} =$$

$$= \sqrt{(-0,42)^2 + (+0,05)^2} = 0,42$$

$$\frac{fp}{P} \leq \frac{1}{2000} \quad \frac{0,42}{1350,9} = \frac{1}{3216} < \frac{1}{2000}$$

Примечание. Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода заполняется студентом для своего варианта (табл. 1).

12. Составить план заснятого участка по координатам на листе ватмана формата А2 (420x594мм) в масштабе 1:2000 (в 1 см – 20 м) в следующей последовательности:

а) предварительно тщательно построить координатную сетку квадратов со сторонами 10 см, пользуясь линейкой и треугольником. Полученную сетку проверяют, сравнивая диагонали квадратов между собой с помощью измерителя. Отклонение не должно превышать 0,2 мм.

Сетку квадратов подписывают по осям абсцисс и ординат через 10 см.

Начало координат выбирают таким образом, чтобы точки теодолитного хода располагались примерно в середине листа. Для этого по ведомости вычисления координат теодолитного хода находят наибольшие и наименьшие значения абсцисс и ординат.

Пример: $x_{min} = 564 \text{ м}$, $x_{max} = 1000 \text{ м}$, $y_{min} = 757 \text{ м}$, $y_{max} = 1000 \text{ м}$.

В этом случае подписи линии сетки по оси абсцисс (необходимо помнить, что в геодезии это вертикальная линия) должны быть от 400 до 1000 м, а ординат (горизонтальная линия) – от 600 до 1200 м, т. е. кратны двумстам метрам;

б) точки теодолитного хода строят с помощью измерителя и масштабной линейки. Для построения вершины II с координатами $x_{II} = 967,89 \text{ м}$ и $y_{II} = 1119,27 \text{ м}$ находят квадрат, в котором этот пункт расположен. От координатной линии $x = 800 \text{ м}$ в сторону увеличения координаты x откладывают величину $967,89 - 800 = 167,89 : 20 = 8,4 \text{ см}$ и прочерчивают тонкую горизонтальную линию. Все точки этой линии имеют абсциссу 967,89 м.

Далее от координатной линии $y = 1000 \text{ м}$ откладывают отрезок

$1119,27 - 1000 = 119,27 : 20 = 5,9 \text{ см}$ и на пересечении с проведенной ранее горизонтальной линией получают точку II. Аналогично строят все остальные точки теодолитного хода.

Для контроля по масштабной линейке берут раствором измерителя расстояние в масштабе, соответствующее расстоянию между точками ведомости вычисления координат, и сравнивают его с полученным на плане.

Пример. $d_{I-II} = 123,53 \text{ м}$. На плане между точками хода I и II должно быть $123,53 : 20 = 6,1 \text{ см}$ ($\square 0,3 \text{ мм}$).

Полученные точки накалывают и обозначают условными знаками с надписями названия точек.

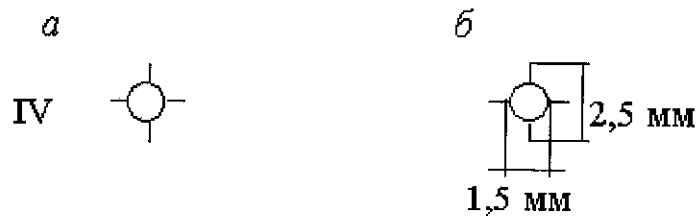


Рис. 2. Размеры и обозначение на плане вершины теодолитного хода:
a – пример обозначения; *b* – размеры условного обозначения

Полученные точки последовательно соединяют тонкими линиями (толщина 0,2 мм) и получают план теодолитного хода;

в) пользуясь приложенным к заданию абрисом (рис. 3–7), примером зарамочного оформления плана (рис. 8), образцами условных знаков (рис. 9), наложить контуры и внутреннюю ситуацию местности на план теодолитной съемки (рис. 10). Линейные измерения для фиксации точек местности на абрисе произведены мерной лентой ЛЗ 20.

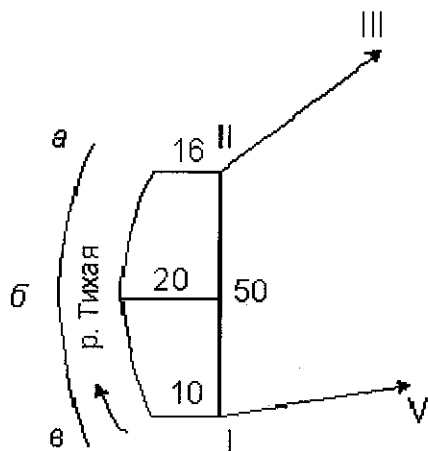


Рис. 3. Абрис линии I–II

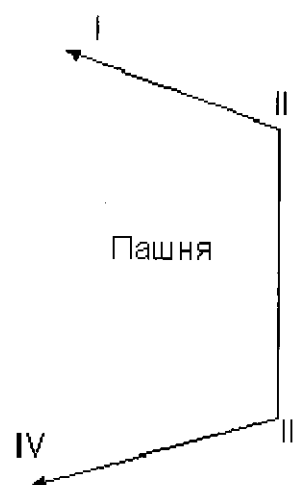


Рис. 4. Абрис линии II–III

Данные угловой засечки ст. I ориентировано на ст. II – $0^{\circ}00'$; $a - 348^{\circ}00'$; $б - 328^{\circ}40'$; $в - 265^{\circ}20'$.

ст. II ориентировано на ст. I – $0^{\circ}00'$; $a - 71^{\circ}20'$; $б - 30^{\circ}15'$; $в - 21^{\circ}10'$

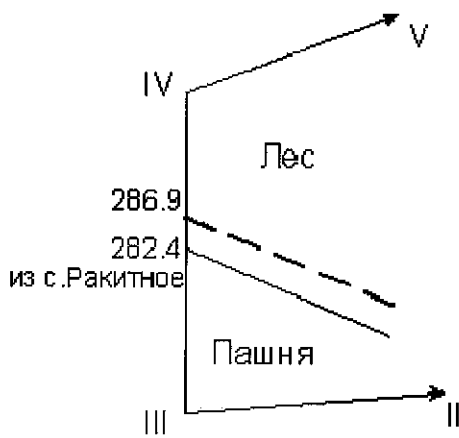


Рис. 5. Абрис линии III – IV

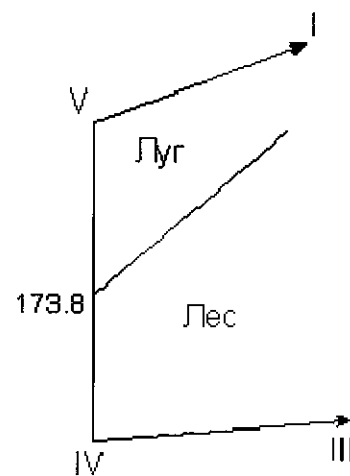


Рис. 6. Абрис линии IV – V

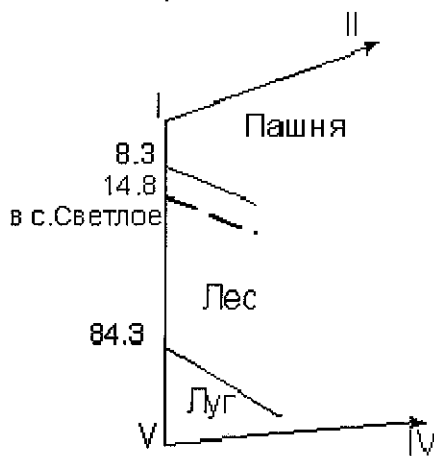


Рис. 7. Абрис линии V – I

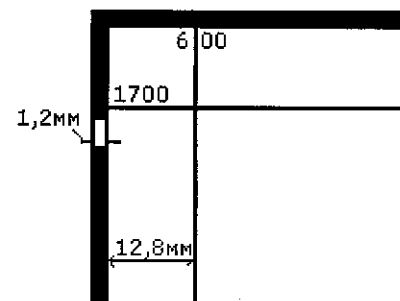


Рис.8. Зарамочное оформление плана

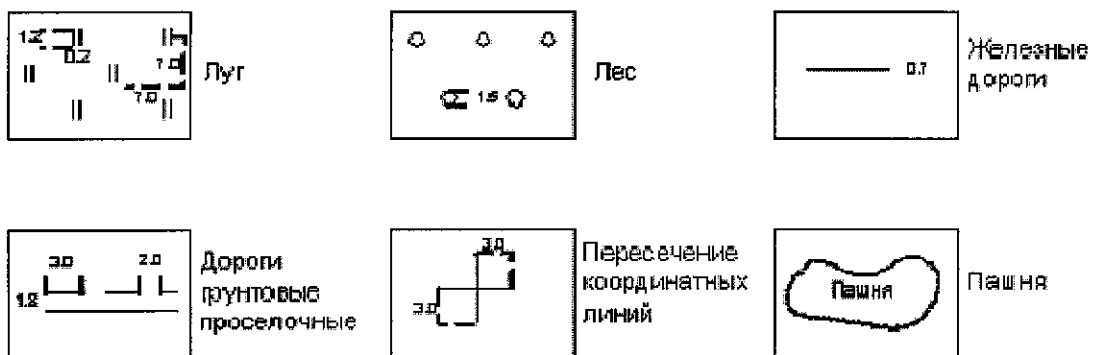
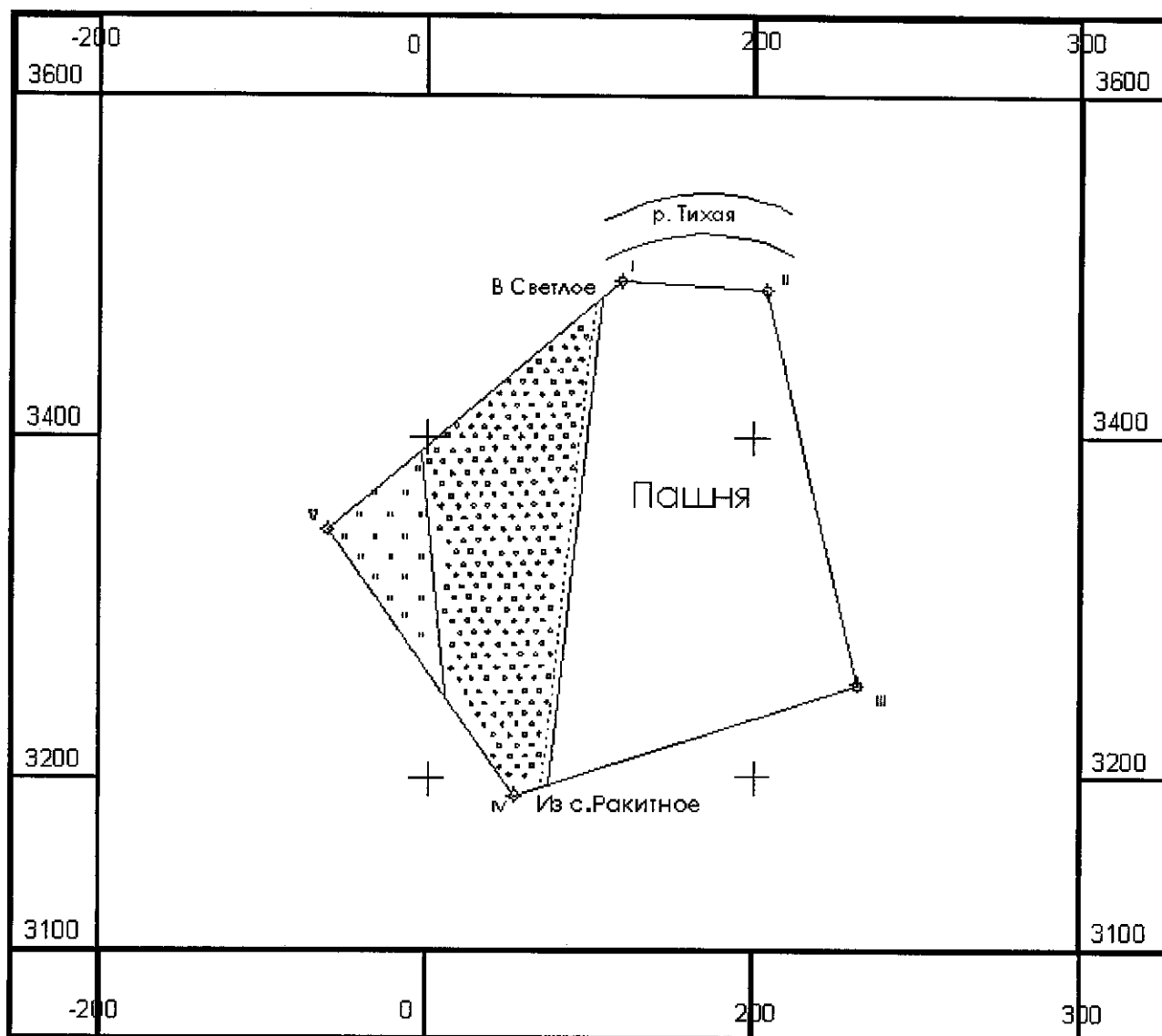


Рис. 9. Образцы некоторых условных знаков



1:2000

В 1 сантиметре 20 метров

Специальность

Курс Студент

Шифр

Рис. 10. План теодолитной съемки

Материалы, подлежащие сдаче

1. Журнал измерения горизонтальных углов.
2. Обработанная ведомость вычисления координат точек теодолитного хода.
3. План теодолитной съемки.

Библиографический Список

1. Инженерная геодезия: Под ред. Д.Ш. Михелева. – М.: 2010. – 495 с.
2. Геодезия: Учеб. для вузов. / А.В. Маслов, А.В. Гордеев, Ю.Г. Батраков. – М.: Колос, 2006. – 597 с.