

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Донской государственный технический университет»

ГЕОДЕЗИЯ

Методические указания и задания к расчетно – графической работе  
по теме «Составление топографического плана» для обучающихся  
заочной формы обучения  
по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»

Ростов – на – Дону

2019

## **Расчетно – графическая работа**

### **«Составление топографического плана»**

**Содержание работы:** получив от преподавателя для выполнения РГР исходные материалы в виде схем, журналов, абрисов и таблиц студент должен:

1. Вычислить измеренные горизонтальные углы, а также средние длины сторон замкнутого и разомкнутого съемочных теодолитных ходов.
2. Уравнять углы съемочных ходов, определить углы ориентирования сторон теодолитных ходов, вычислить и уравнять приращения координат и определить координаты вершин съемочных теодолитных ходов.
3. Составить в карандаше контурный план участка местности в масштабе 1 : 1000.
4. Выполнить вычислительную обработку результатов нивелирования высотного съемочного хода.
5. Выполнить вычислительную обработку результатов тахеометрической съемки местности.
6. Составить и оформить в соответствии с действующими требованиями топографический план участка местности, представить преподавателю и защитить расчетно – графическую работу.

## **Общие положения**

Тахеометрическая съемка является одним из видов топографических съемок и выполняется с целью составления топографического плана участка местности, на котором изображаются элементы ситуации (здания, сооружения, водные объекты, леса, поля и др.), а также рельеф местности.

Для выполнения съемки на местности создается планово – высотное съемочное обоснование в виде замкнутого или (и) разомкнутого высотно – теодолитного (нивелир – теодолитного) или тахеометрического хода, от вершин и сторон которого и выполняется съемка элементов ситуации и рельефа местности.

Различие съемочных ходов заключается в способах производства измерений в них углов, длин сторон и превышений. Измерение горизонтальных углов и в одном, и в другом типе съемочного хода выполняется способом полуприемов. Но если в высотно – теодолитном ходе длины сторон измеряют землемерной лентой, а превышения способом геометрического нивелирования, то в тахеометрическом ходе длины сторон измеряют дальномером, а превышения – тригонометрическим нивелированием.

При выполнении тахеометрической съемки в качестве планового съемочного обоснования чаще используется замкнутый или разомкнутый теодолитный ход (или их сочетание), а в качестве высотного обоснования – нивелирный ход, прокладываемый по сторонам теодолитного хода.

Заданием на выполнение РГР предусматривается вычислительная обработка результатов измерений, полученных в процессе производства тахеометрической съемки, и составление топографического плана участка местности. Планово – высотное съемочное обоснование в задании пред-

ставлено теодолитными ходами – замкнутым и диагональным (разомкнутым), а также замкнутым нивелирным ходом.

Местность, на которой выполнена тахеометрическая съемка, представляет собой участок городской застройки, расположенный на берегу реки и искусственного водоема. Элементами ситуации территории являются здания (жилые, нежилые, общественные), автомобильные дороги, река, плотина, пруд, огороды, сады и др. Рельеф застроенной территории характеризуется уклонами в пределах до 0,030...0,040 с понижением в сторону реки и значительным увеличением уклонов на береговом склоне.

### **Исходные данные**

1. Схема планового съемочного обоснования (рис. 1).
2. Журнал измерений углов и длин сторон съемочных теодолитных ходов (табл. 1).
3. Абрисы теодолитной съемки местности (рис. 2 – 9, табл. 2 - 4).
4. Схема высотного съемочного обоснования (рис. 12).
5. Журнал технического нивелирования съемочного хода (табл. 9).
6. Абрисы (кроки) тахеометрической съемки местности (рис. 14 – 16).
7. Журнал тахеометрической съемки характерных точек ситуации и рельефа (табл. 10).

### **Последовательность и методические рекомендации к выполнению расчетно – графической работы**

#### **1. Вычисление горизонтальных углов и длин сторон теодолитных ходов**

В журнале измерений (табл. 1) приведены отсчеты по горизонтальному кругу теодолита, полученные в процессе измерений углов (графа 4).

## Журнал

измерения углов и длин сторон теодолитных ходов

## а. замкнутый ход

Номера точек		Положение	Отсчет по	Значение	Среднее	Измерен-	Угол на-	Схема
стояния	наблю							
теодоли-	дения	вертикаль -	горизон -	угла в по-	значение	ная длина	клона сто-	горизон-
та		ного круга	тальному	луприеме	угла	стороны	роны хода	тального
			кругу	$\beta^0$	$\beta_{cp}^0$	D,м	$\gamma^0$	угла
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	КЛ	103°32′.5	108°43′.5	108° 43′	117.39	$\gamma_{1-2} =$ -- 0°31′	
	2		354° 49′			117.37		
	5	КП	215° 55′	108° 42′.5		117.38		
	2		107° 12.5′					
2	1	КЛ	236°34′			154.68	$\gamma_{2-3} =$ - 1°48′	
	3		122°13′			154.74		
	1	КП	305°17′					
	3		190°57′					
3	2	КЛ	88°51′			156.80	$\gamma_{3-4} =$ - 0°08′	
	4		347°02′			156.75		
	2	КП	159°34′					
	4		57° 45′′					
4	3	КЛ	147°29′			140.63	$\gamma_{4-5} =$ +1°54′	
	5		48°11′			140.67		
	3	КП	262°45′					
	5		163°26′					

Продолжение табл. 1

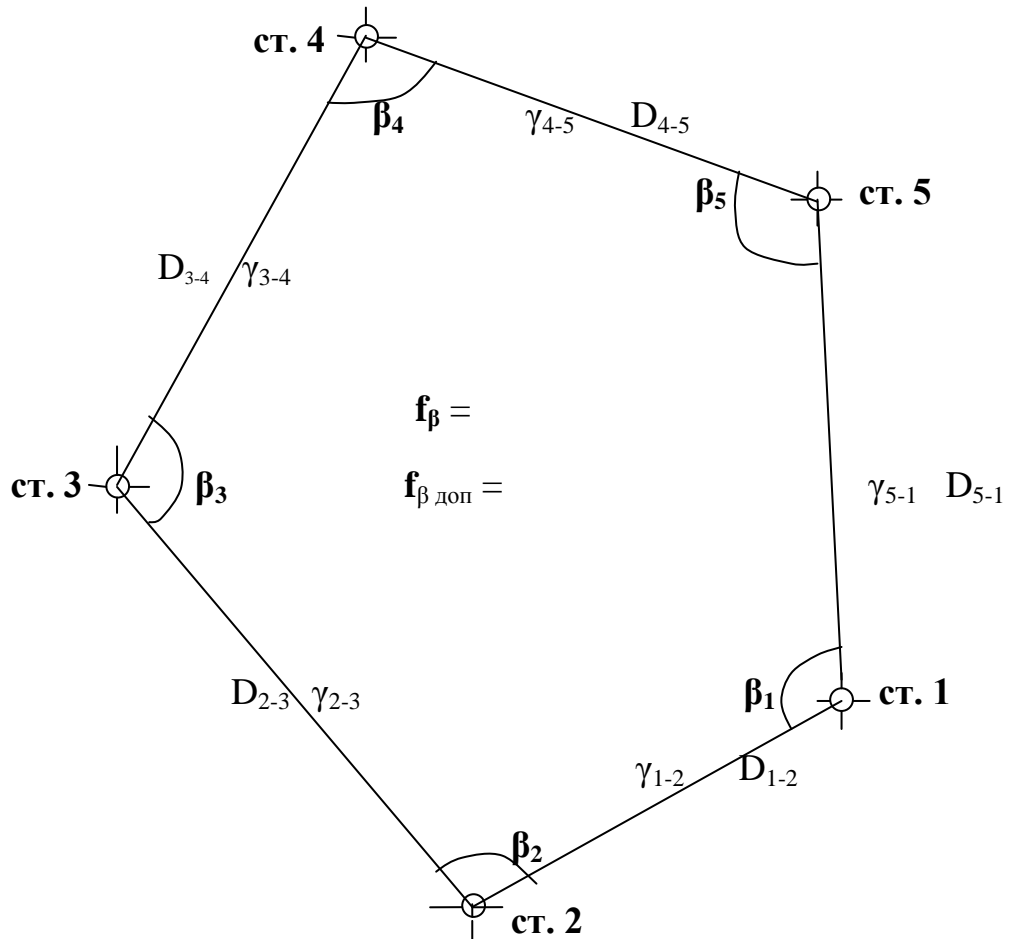
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	4	КЛ	42° 33′					
	1		286° 45′			142.33		
	4	КП	164° 56′			142.30	$\gamma_{5-1} =$	
	1		49° 08′				+ 0° 52′	
б. разомкнутый ход					/			
3′	2	КЛ	194° 49′					
	6		143° 22′			92.78		
	2	КП	275° 15′			92.80	$\gamma_{3-6} =$	
	6		223° 47′				+ 2° 21′	
6	3	КЛ	102° 37′					
	7		239° 22′			84.20		
	3	КП	245° 24′			84.18	$\gamma_{6-7} =$	
	7		22° 09′				- 0° 11′	
7	6	КЛ	327° 47′					
	5		197° 44′			67.80		
	6	КП	256° 02′			67.82	$\gamma_{7-5} =$	
	5		125° 59′				+ 0° 39′	
5′	7	КЛ	171° 35′					
	1		79° 23′					
	7	КП	243° 19′					
	1		151° 08′					

Измерил

Иванов И.И.

## СХЕМА ПЛАНОВОГО СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

Замкнутый теодолитный ход



Диагональный теодолитный ход

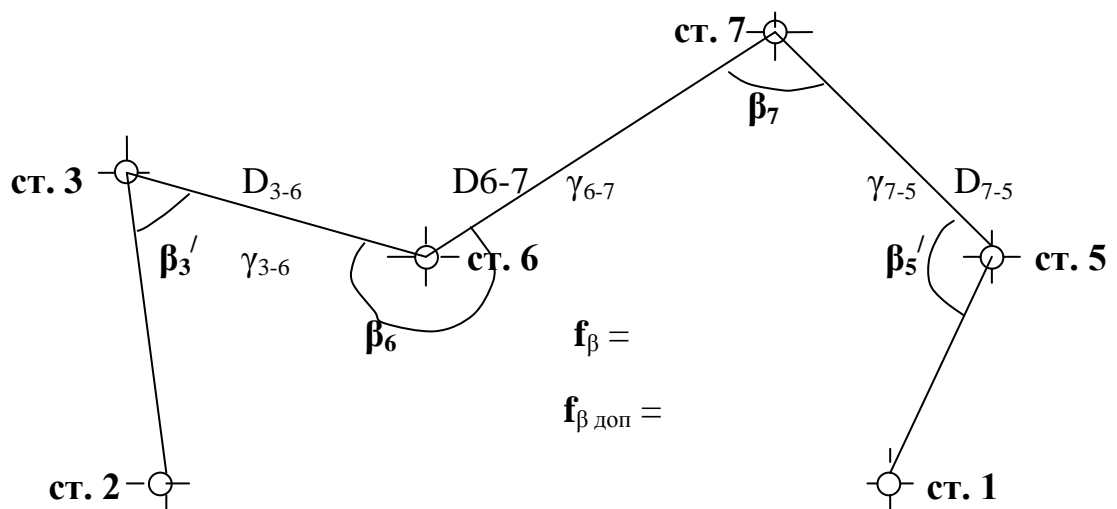


Рисунок 1

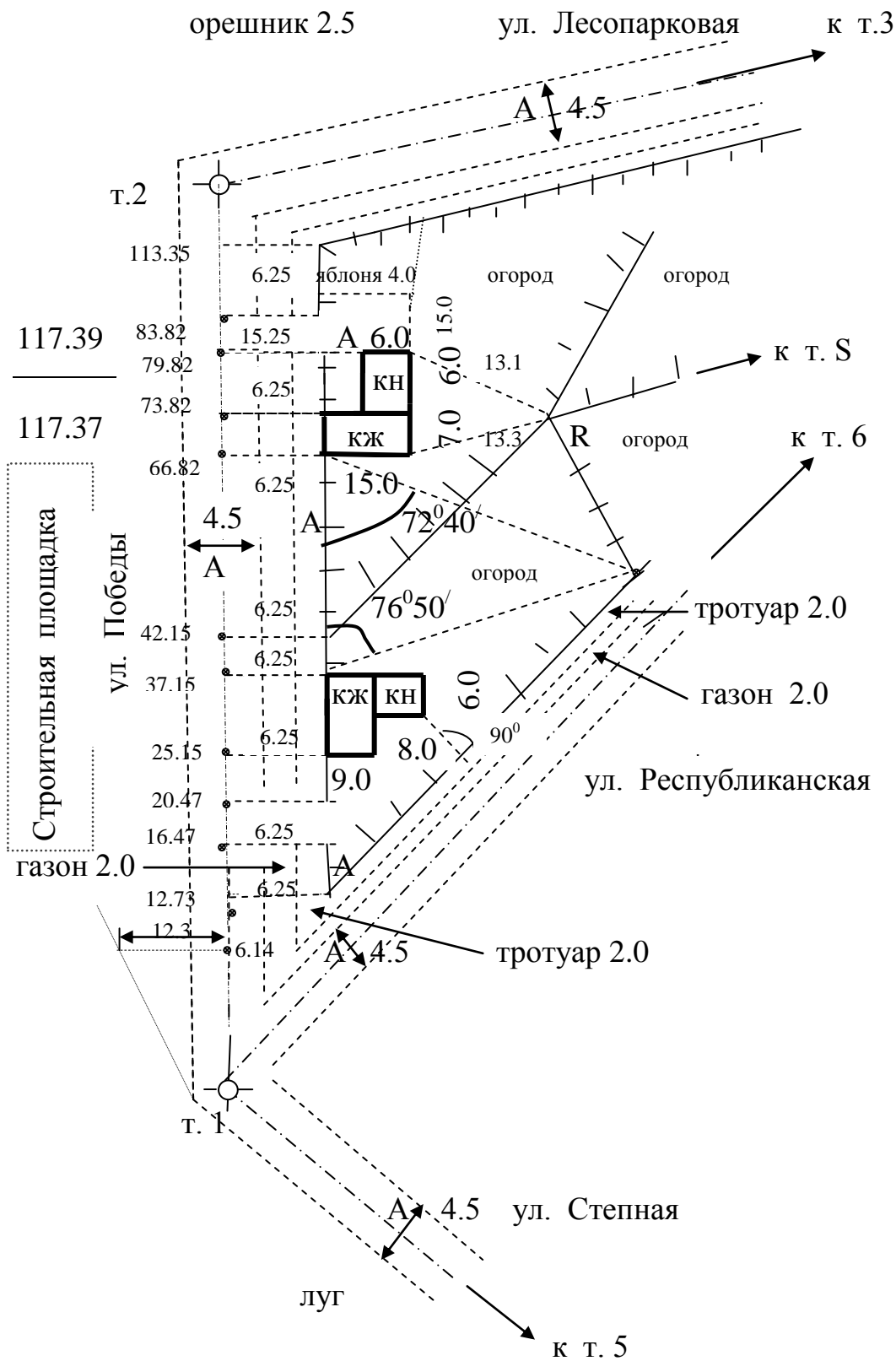


Рисунок 2



Рисунок 3

Абрис к стороне 3 – 4 теодолитного хода

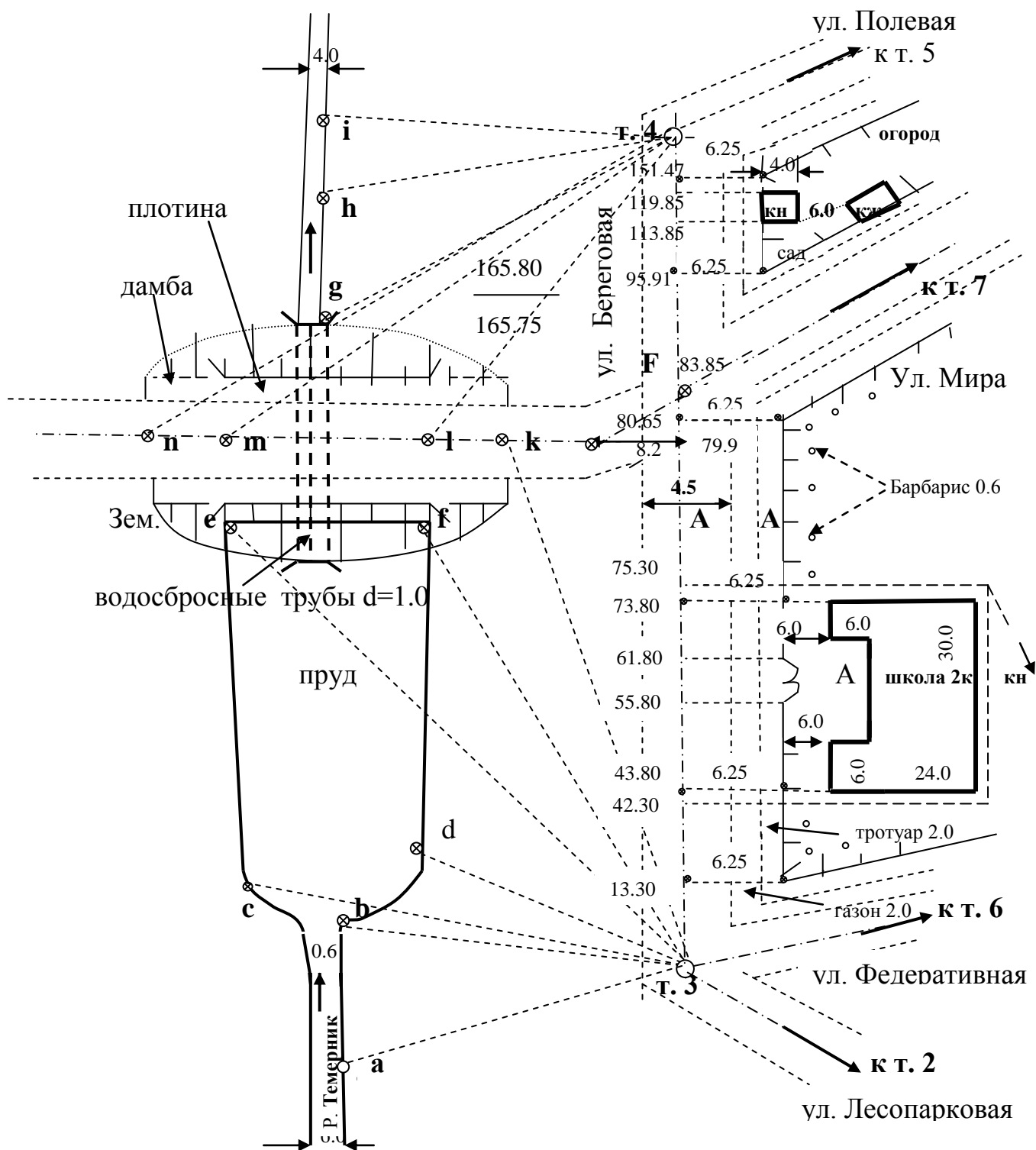


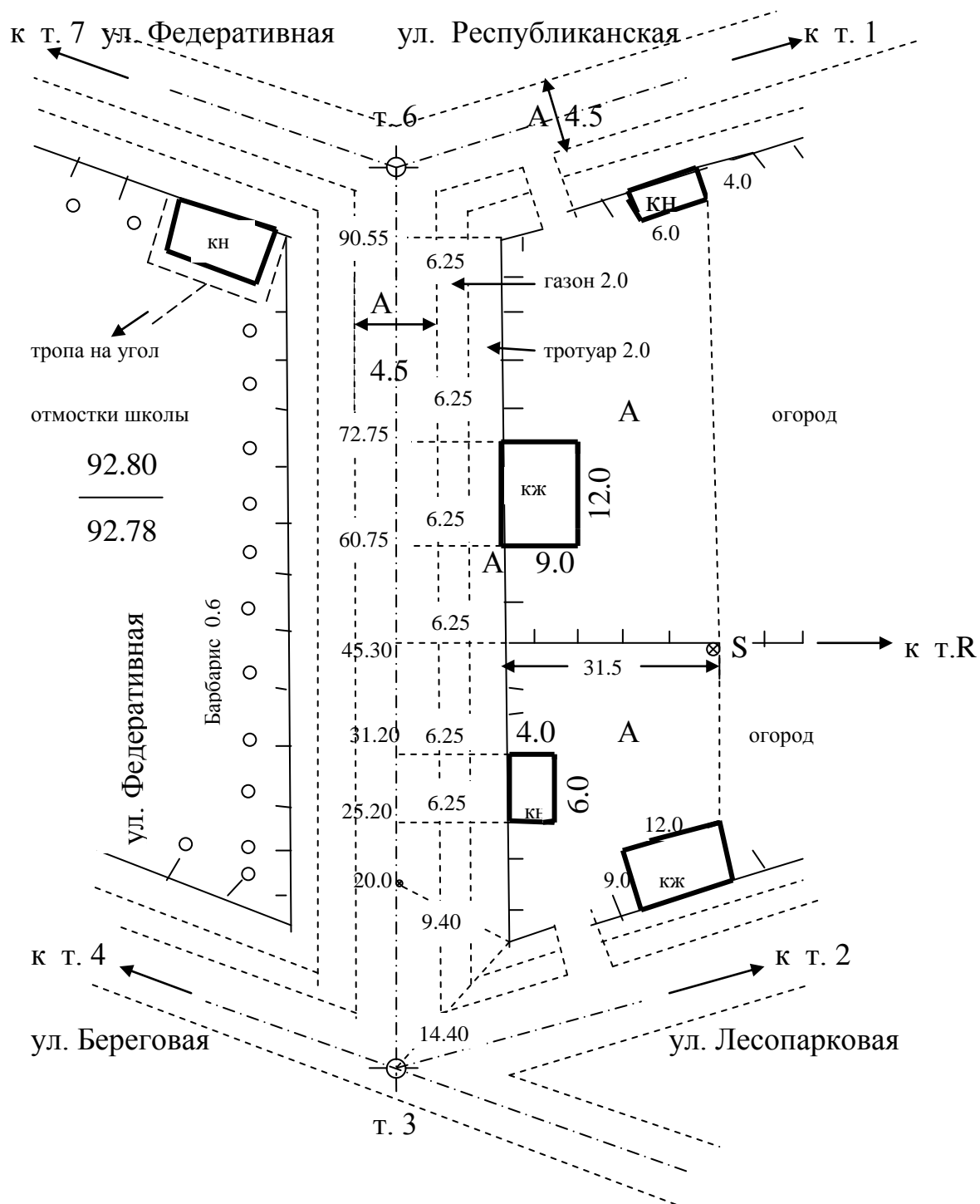
Рисунок 4

Таблица 2

Журнал съемки элементов ситуации способом полярных координат с вершин 3 и 4 теодолитного хода (см. рис. 4)

Номера точек	Полярный угол	Полярное расстояние, м	Примечания
		<b>Станция 3</b>	
<b>Ст. 2</b>	0° 00'		
<b>a</b>	124° 12'	63.82	береговая линия реки
<b>b</b>	169° 04'	59.31	береговая линия реки
<b>c</b>	182° 00'	74.43	береговая линия реки
<b>d</b>	188° 30'	49.27	береговая линия реки
<b>e</b>	222° 50'	102.95	поверхность воды у плотины
<b>f</b>	240° 45'	81.74	поверхность воды у плотины
<b>k</b>	249° 40'	79.94	начало дамбы
		<b>Станция 4</b>	
<b>Ст. 3</b>	0° 00'		
<b>g</b>	35° 15'	72.80	береговая линия реки
<b>h</b>	41° 00'	54.88	береговая линия реки
<b>i</b>	82° 20'	32.80	береговая линия реки
<b>l</b>	16° 30'	79.70	конец дамбы/начало плотины
<b>m</b>	39° 30'	92.10	конец плотины/начало дамбы
<b>n</b>	52° 23'	100.15	конец дамбы

Рисунок 5



## Абрис к стороне 6 - 7 теодолитного хода

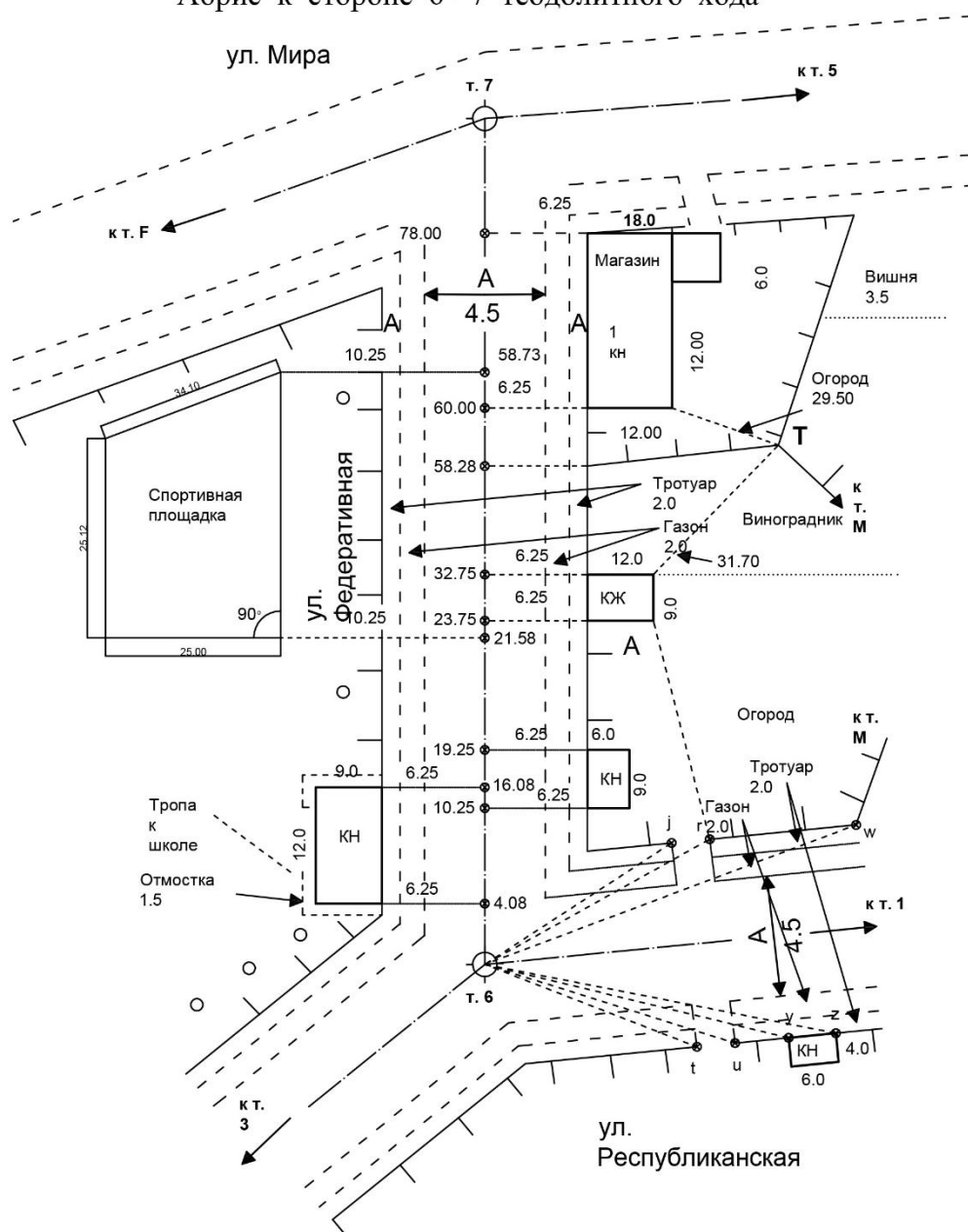


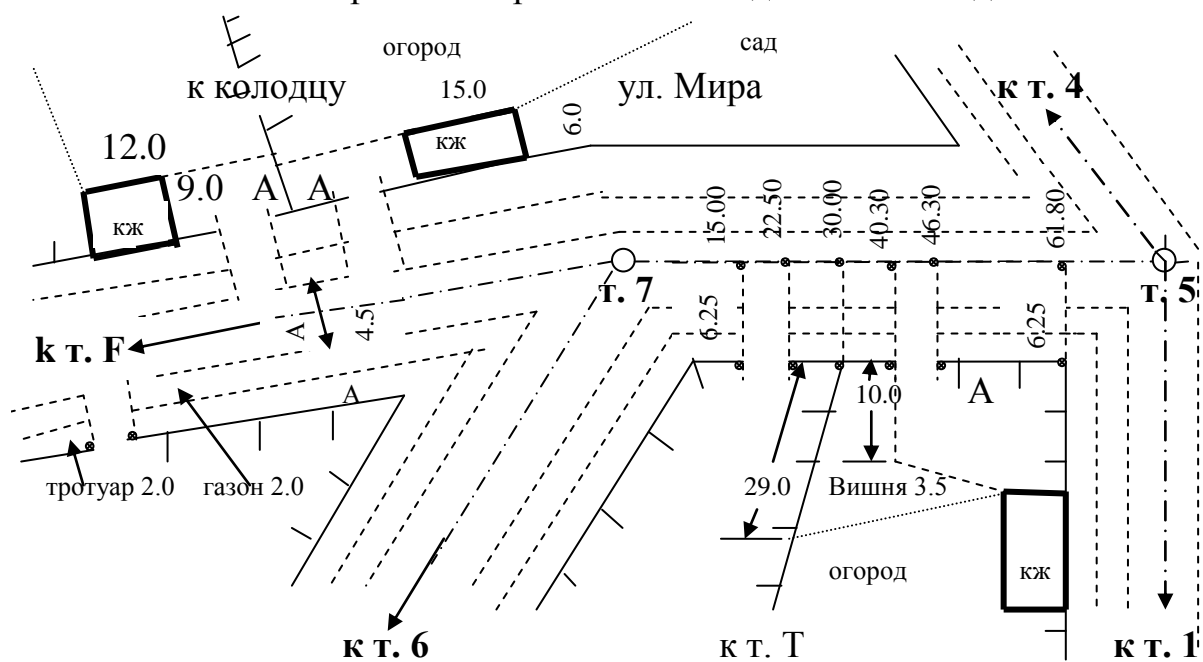
Рисунок 6

Таблица 3

Журнал съёмки элементов ситуации способом полярных координат  
с вершины 6 теодолитного хода (см. рис. 6)

Номера точек	Полярный угол	Полярное расстояние, м	Примечания
		<b>Станция 6</b>	
<b>Ст. 1</b>	0° 00′		
<b>z</b>	11° 56′	30.21	угол кн
<b>y</b>	14° 51′	24.38	угол кн
<b>u</b>	17° 28′	20.82	стойка ворот
<b>t</b>	24° 16′	15.20	стойка ворот
<b>j</b>	337° 44′	16.49	стойка ворот
<b>r</b>	343° 37′	22.16	стойка ворот
<b>w</b>	355° 32′	80.30	забор

## Абрис к стороне 7–5 теодолитного хода



## Схема

съемки элементов ситуации способом полярных координат с вершины 7 теодолитного хода (дополнение к абрису стороны 7–5)

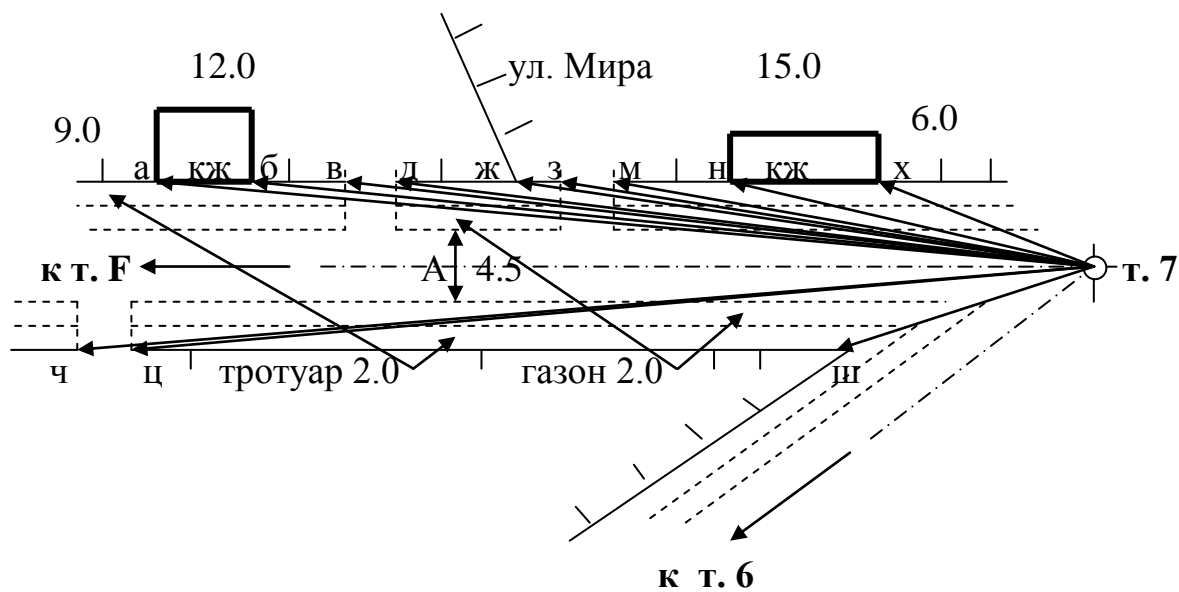


Рисунок 7

Таблица 4

## Журнал

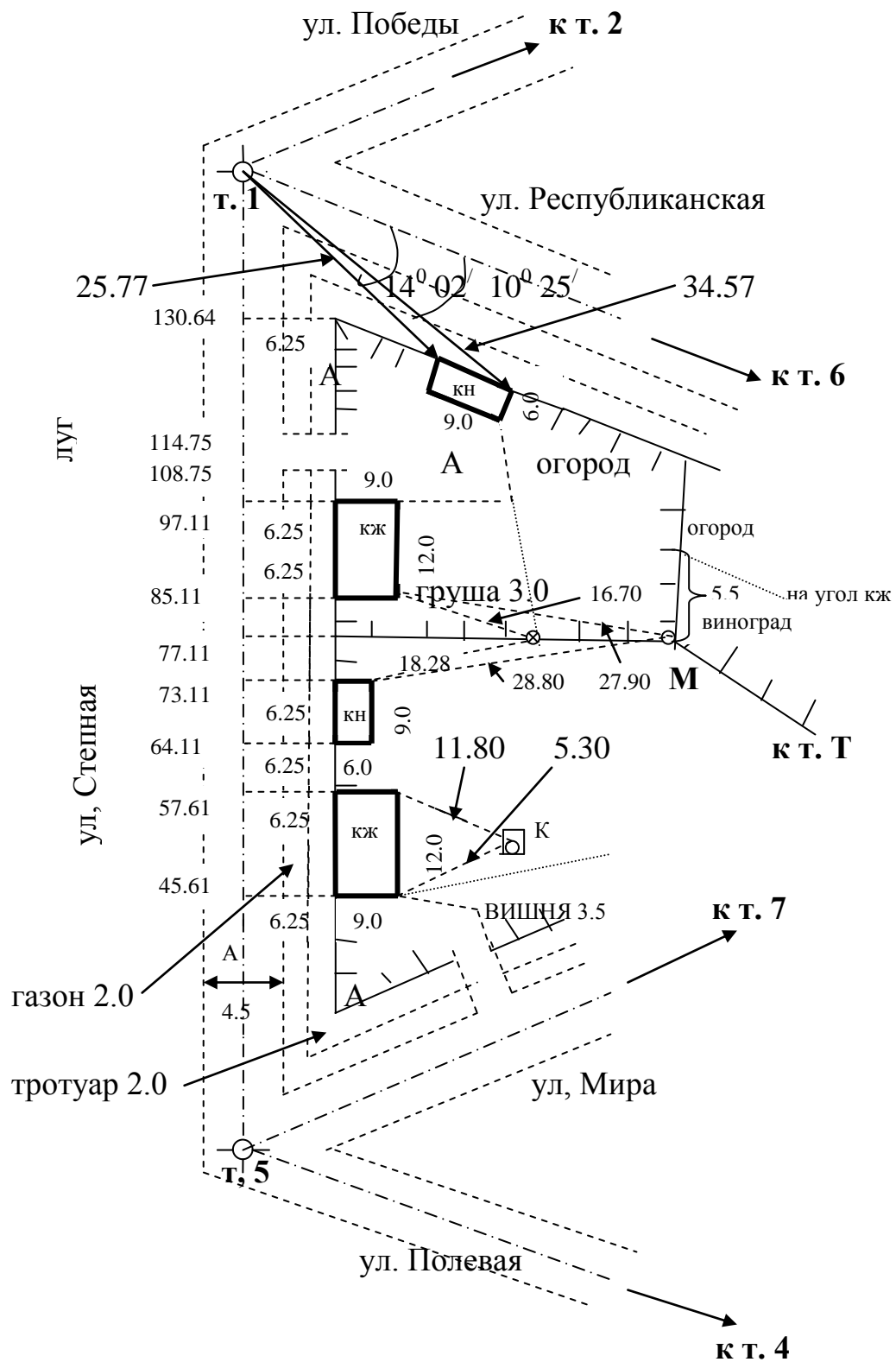
съемки элементов ситуации способом полярных координат с вершины

7 теодолитного хода (см. рис. 7)

Номера точек	Полярный угол	Полярное расстояние, м	Примечания
		<b>Станция 7</b>	
<b>т. F</b>	0° 00′		на стороне 3 – 4 теод. хода
а	6° 12′	57.84	угол жилого дома 9м х 12м
б	7° 49′	45.93	угол жилого дома 9м х 12м
в	8° 12′	43.85	стойка ворот
д	9° 01′	39.89	стойка ворот
ж	9° 46′	36.83	пересечение заборов
з	10° 38′	33.88	стойка ворот
м	12° 02′	29.96	стойка ворот
н	13° 22′	27.03	угол жилого дома 6м х 15м
х	28° 57′	12.91	угол жилого дома 6м х 15м
ш	336° 23′	15.61	угол забора
ц	353° 53′	58.58	стойка ворот
ч	354° 16′	62.56	стойка ворот



Рисунок 9



Для вычисления величины угла в полуприеме (КЛ или КП) необходимо из отсчета, полученного при визировании по правой стороне угла вычесть отсчет, полученный при наблюдении по левой стороне угла. Если правый отсчет меньше левого, то к правому отсчету следует прибавить  $360^0$  и из полученной суммы вычесть левый отсчет. Значение угла в полуприеме заносится в графу 5 журнала. Расхождение вычисленных значений угла (при КЛ и КП) не должно превышать  $1'$ . По двум значениям определяется средняя величина угла (графа 6 журнала).

В графе 7 журнала приведены длины сторон теодолитных ходов, полученные в результате измерений линий в прямом и обратном направлениях. Из двух значений длины следует вычислить среднюю длину стороны теодолитного хода.

В журнале (табл. 1) в качестве примера приведены результаты вычислений величины 1 – го горизонтального угла и длины стороны (1 – 2) замкнутого теодолитного хода. Подобным образом необходимо вычислить значения всех остальных углов и длин сторон замкнутого и разомкнутого теодолитных ходов. Схемы углов (графа 9 табл.1) зарисовываются в соответствии с дирекционными углами (румбами) сторон угла после их вычисления в ведомости (табл. 5,8 графы 8 – 14).

## **2. Определение координат вершин замкнутого теодолитного хода**

Вычисленные средние значения горизонтальных углов замкнутого теодолитного хода (графа 6 табл. 1) заносятся в ведомость определения координат вершин теодолитного хода (графы 1 – 3 табл. 5). Определяется сумма измеренных углов  $\sum \beta_{\text{изм}}$  и записывается ниже ведомости. Теоретическая сумма углов съёмочного хода вычисляется по формуле

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180^0 (n - 2), \quad (1)$$

где  $n$  – количество углов теодолитного хода.

Далее определяется разность двух сумм углов - измеренной и теоретической, являющаяся фактической угловой невязкой теодолитного хода

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}. \quad (2)$$

Затем определяется допускаемая угловая невязка хода

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

Обе угловые невязки указываются ниже ведомости и выполняется их сравнение. Если  $f_{\beta} > f_{\beta}^{\text{доп}}$ , необходимо проверить вычисления в табл. 1 и табл. 5, найти ошибку и внести исправления в выполненные вычисления. Если же  $f_{\beta} \leq f_{\beta}^{\text{доп}}$ , следует уравнивать углы теодолитного хода внесением поправок в измеренные углы. Величина поправок определяется по формуле

$$v_{\beta i} = - f_{\beta} / n. \quad (4)$$

Т.е., при уравнивании углов используется принцип равномерного распределения невязки. Однако поправки должны быть кратны точности отсчетного устройства теодолита ( $30''$ ) и их сумма должна быть равна невязке с обратным знаком. Поэтому если, например, невязка равна  $+ 1' 30''$ , а углов в ходе пять, поправки следует ввести только в три любые измеренные угла и их величина должна составлять  $- 30''$ .

Поправки указываются в ведомости вычислений над измеренными углами.

Исправленный угол (графы 4, 5 ведомости 5) вычисляется суммированием величины измеренного угла и его поправки. Сумма исправленных углов теодолитного хода должна равняться теоретической сумме углов.

После уравнивания углов съемочного хода вычисляются дирекционные углы и румбы (графы 6 - 10 табл.5) сторон хода.

Таблица 5

Ведомость вычислений координат вершин замкнутого съёмочного хода

Номера вершин хода	Измеренные углы хода		Исправленные углы хода		Дирекционные углы сторон хода		Румбы сторон хода			Горизонтальные проложения сторон хода, d <sub>i, м</sub>	Приращения координат, м				Координаты вершин хода	
	0	/	0	/	0	/	Название	0	/		Δ x	Δ y	Δ x	Δ y	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	108	43	108	43							- 0.01				+ 236.47	+ 372.68
		+ 0.5			240	00	ЮЗ	60	00	117.38	- 58.69	- 101.65	- 58.70	- 101.65		
2	114	20.5	114	21							- 0.01	+ 0.01			+ 177.77	+ 271.03
					305	39	СЗ	54	21	154.63	+ 90.12	- 125.65	+ 90.11	- 125.64		
3	101	49	101	49							- 0.01	+ 0.01			+ 267.88	+ 145.39
		+ 0.5			23	50	СВ	23	50	156.78	+ 143.41	+ 63.35	+ 143.40	+ 63.36		
4	99	18.5	99	19							- 0.01				Σ + 411.28	+ 208.75
					104	31	ЮВ	75	29	140.57	- 35.24	+ 136.08	-35.25	+ 136.08		
5	115	48	115	48							- 0.01	+ 0.01			+ 376.03	+ 344.83
					168	43	ЮВ	11	17	142.30	-139.55	+ 27.84	-139.56	+ 27.85		
1	108	43	108	43											+ 236.47	+ 372.68
					240	00										
2																

$\sum \beta_{изм} = 539^{\circ} 59'$ ;
 $\sum \beta_{теор} = 180^{\circ}(n - 2) = 540^{\circ}00'$ ;
 $\sum \beta_{испр} = 540^{\circ} 00'$

$\sum d_i = 711.66$ ;
 $\sum \Delta X_{выч} = +0.05$ ;
 $\sum \Delta X_{теор} = 0.00$ ;
 $f_x = +0.05$ ;
 $\sum \Delta Y_{выч} = -0.03$ ;
 $\sum \Delta Y_{теор} = 0.00$

$f_{\beta} = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{теор} = - 1'$ ;
 $f_{\beta}^{доп} = \pm 1' / \sqrt{n} = \pm 2.2$

$f_v = - 0.03$ ;
 $f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_v^2} = \pm 0.06$ ;
 $f_{отн} = f_{абс} / \sum d_i = 1 / 11800 < 1 / 2000$

Дирекционный угол стороны (1 – 2) задается преподавателем каждому студенту персонально. Дирекционные углы последующих сторон хода вычисляются по формуле

$$\alpha_{\text{посл}} = \alpha_{\text{пред}} + 180^0 - \beta_{\text{прав}}, \quad (5)$$

где  $\alpha_{\text{посл}}$  – дирекционный угол последующей стороны теодолитного хода;

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

$\beta_{\text{прав}}$  - правый по ходу угол, образованный этими сторонами хода (графы 4,5 ведомости 5).

Так, например,  $\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^0 - \beta_2^{\text{прав}}$ . После определения дирекционных углов всех сторон съемочного хода для контроля необходимо вычислить угол ориентирования стороны (1 – 2)

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{5-1} + 180^0 - \beta_1^{\text{прав}}. \quad (6)$$

Если вычисления выполнены правильно, полученное значение  $\alpha_{1-2}$  должно быть равным исходному дирекционному углу стороны (1 – 2), заданному преподавателем.

Румбы сторон теодолитного хода вычисляются в зависимости от величины дирекционного угла сторон по формулам, приведенным в табл. 6 и заносятся в графы 8,9,10 ведомости.

Таблица 6

Номер и название четверти	I (СВ)	II (ЮВ)	III (ЮЗ)	IV (СЗ)
Возможная величина дирекционного угла, $\alpha$	$0^0 - 90^0$	$90^0 - 180^0$	$180^0 - 270^0$	$270^0 - 360^0$
Величина румба	$R = \alpha$	$R = 180^0 - \alpha$	$R = \alpha - 180^0$	$R = 360^0 - \alpha$

Горизонтальные проложения сторон съемочного хода вычисляются следующим образом

$$d_i = D_i^{\text{cp}} * \cos \gamma_i, \quad (7)$$

где  $d_i$  – горизонтальное проложение  $i$  – ой стороны хода;

$D_i^{\text{cp}}$  – среднее значение измеренной длины  $i$  – ой стороны хода (графа 7 табл.1);

$\gamma_i$  – угол наклона  $i$  – ой стороны хода (графа 8 табл. 1).

При этом, если угол наклона менее  $1^{\circ}30'$  допускается принимать  $d_i$  равным  $D_i^{\text{cp}}$ . Полученные значения  $d_i$  заносятся в графу 11 табл.5 и вычисляется их сумма  $\sum d_i$ .

Далее вычисляются для каждой стороны теодолитного хода приращения координат по формулам

$$\begin{aligned} \Delta X_i &= d_i * \cos \alpha_i \\ \Delta Y_i &= d_i * \sin \alpha_i, \end{aligned} \quad (8)$$

где  $d_i$  – горизонтальное проложение  $i$  – ой стороны теодолитного хода;

$\alpha_i$  – дирекционный угол  $i$  – ой стороны хода.

При вычислении  $\Delta X_i$  и  $\Delta Y_i$  по формулам (8) их знак такой же, как и знак тригонометрической функции  $\cos \alpha_i$  или  $\sin \alpha_i$ .

Приращения координат можно вычислить и по другим формулам

$$\begin{aligned} \Delta X &= d_i * \cos R_i \\ \Delta Y_i &= d_i * \sin R_i, \end{aligned} \quad (9)$$

где  $R_i$  – румб  $i$  – ой стороны хода.

Но т.к. румб является острым углом, функции  $\cos R_i$  и  $\sin R_i$  всегда положительны. Поэтому знаки приращений координат в этом случае следует определять по названию румба (см. табл.7).

Вычисленные значения приращений координат с точностью до сотых долей метра заносятся соответственно в графу 12 или 13 ведомости и

определяются их суммы  $\sum \Delta X_i^{\text{выч}}$  и  $\sum \Delta Y_i^{\text{выч}}$ .

Таблица 7

Название румба	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Знак $\Delta X$	+	-	-	+
Знак $\Delta Y$	+	+	-	-

Т.к. измерения длин сторон и величин углов в съёмочном ходе выполняются с некоторыми ошибками, конечная точка  $1'$  теодолитного хода (см. рис. 10), в котором длины сторон и величины углов равны измеренным значениям, как правило, не совпадает с начальной точкой 1. От-

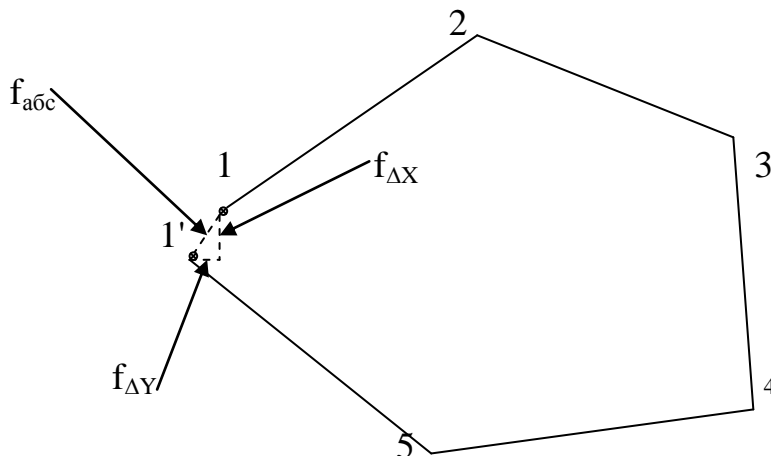


Рисунок 10

резок  $(1 - 1')$  называется абсолютная невязка  $f_{abc}$  теодолитного хода, а проекции абсолютной невязки на оси координат являются невязками в приращениях координат по осям  $X$  и  $Y$  -  $f_{\Delta X}$  и  $f_{\Delta Y}$ . Вычисляются эти невязки по формулам

$$\begin{aligned} f_{\Delta X} &= \sum \Delta X_i^{\text{выч}} - \sum \Delta X_i^{\text{теор}} \\ f_{\Delta Y} &= \sum \Delta Y_i^{\text{выч}} - \sum \Delta Y_i^{\text{теор}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Для замкнутого теодолитного хода теоретические суммы приращений равны нулю, поэтому невязки равны суммам вычисленных приращений –  $f_{\Delta X} = \sum \Delta X_i^{\text{выч}}$  и  $f_{\Delta Y} = \sum \Delta Y_i^{\text{выч}}$ .

Абсолютную невязку в приращениях координат вычисляют как длину гипотенузы прямоугольного треугольника с катетами  $f_{\Delta X}$  и  $f_{\Delta Y}$  (см. рис. 10)

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_{\Delta X}^2 + f_{\Delta Y}^2}. \quad (11)$$

Далее вычисляют относительную невязку в приращениях координат

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / \sum d_i = 1 / N, \quad (12)$$

где  $N = \sum d_i / f_{\text{абс}}$ .

Если вычисленное значение  $f_{\text{отн}} > 1 / 2000$ , необходимо проверить все ранее выполненные вычисления, установить ошибку и в расчеты внести корректировки. Если же  $f_{\text{отн}} \leq 1 / 2000$ , в вычисленные приращения координат необходимо ввести поправки

$$\begin{aligned} V_{\Delta X_i} &= -f_{\Delta X} * d_i / \sum d_i \\ V_{\Delta Y_i} &= -f_{\Delta Y} * d_i / \sum d_i. \end{aligned} \quad (13)$$

Поправки в приращения координат прямопропорциональны горизонтальным проложениям  $d_i$  сторон теодолитного хода, вычисляются с точностью до сантиметра и их суммы должны быть равны невязкам с противоположным знаком, т.е.  $\sum V_{\Delta X_i} = -f_{\Delta X}$  и  $\sum V_{\Delta Y_i} = -f_{\Delta Y}$ . Поправки для каждой стороны теодолитного хода записывают соответственно в графы 12 или 13 ведомости вычислений (табл. 5) над вычисленными приращениями. Суммируя вычисленные приращения и их поправки, определяют исправленные приращения (графы 14 и 15 табл. 5). Суммы исправленных приращений координат должны быть равны теоретическим суммам приращений, т.е. нулю -  $\sum \Delta X_i^{\text{испр}} = 0$  и  $\sum \Delta Y_i^{\text{испр}} = 0$ .

Заключительным этапом вычислений в ведомости (табл. 5) является определение координат вершин съемочного хода. Координаты вершины 1 каждому студенту задает преподаватель, а координаты последующих вершин вычисляются по формулам

$$\begin{aligned} X_{\text{посл}} &= X_{\text{пред}} + \Delta X^{\text{испр}} \\ Y_{\text{посл}} &= Y_{\text{пред}} + \Delta Y^{\text{испр}}, \end{aligned} \quad (14)$$

где  $X_{\text{посл}}$ ,  $Y_{\text{посл}}$ ,  $X_{\text{пред}}$ ,  $Y_{\text{пред}}$  координаты соответственно последующей и предыдущей вершины хода, а  $\Delta X^{\text{испр}}$  и  $\Delta Y^{\text{испр}}$  исправленные приращения координат между предыдущей и последующей вершинами хода.

Т.о.,  $X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2}^{\text{испр}}$  и  $Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2}^{\text{испр}}$  и т. д. После определения координат  $X_5$  и  $Y_5$  следует вычислить координаты вершины 1:  
 $X_1 = X_5 + \Delta X_{5-1}^{\text{испр}}$  и  $Y_1 = Y_5 + \Delta Y_{5-1}^{\text{испр}}$ . Если полученные значения равны координатам, заданным преподавателем, вычисления в ведомости (табл. 5) выполнены правильно.

### 3. Определение координат вершин диагонального хода

Вычисление координат вершин диагонального (разомкнутого) съемочного хода выполняется в той же последовательности, что и для замкнутого хода. Однако есть некоторые особенности.

Во-первых, диагональный ход проложен между вершинами 3 и 5 замкнутого теодолитного хода, координаты  $X_3$ ,  $Y_3$ ,  $X_5$ ,  $Y_5$  которых вычислены при обработке данных этого теодолитного хода (см. табл. 5).

Во-вторых, диагональный ход опирается на стороны 2-3 и 5-1 замкнутого съемочного хода, дирекционные углы  $\alpha_{2-3}$  и  $\alpha_{5-1}$  которых также вычислены в табл. 5.

В-третьих, при уравнивании углов диагонального хода теоретическая сумма углов определяется по формуле

$$\sum \beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{нач}} - \alpha_{\text{кон}} + 180^0 (n - 2), \quad (15)$$

где  $\alpha_{\text{нач}}$  – дирекционный угол начальной стороны диагонального хода, которой является сторона 2-3 замкнутого теодолитного хода.

Таблица 8

Ведомость вычислений координат вершин разомкнутого съёмочного хода

Номера вершин хода	Измеренные углы хода		Исправленные углы хода		Дирекционные углы сторон хода		Румбы сторон хода			Горизонтальные проложения сторон хода, d <sub>i</sub> , м	Приращения координат, м				Координаты вершин хода	
							Назва	0	/		Δ x	Δ y	Δ x	Δ y	X	Y
	0	/	0	/	0	/	ние									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2																
		- 0.5			305	39										
3	51	27.5	51	27								- 0.01			+ 267.88	+ 145.39
					74	12	CB	74	12	92.71	+ 25.24	+ 89.21	+ 25.24	+89.20		
6	223	15	223	15								- 0.01			+293.12	+ 234.59
					30	57	CB	30	57	84.19	+72.20	+ 43.30	+ 72.20	+ 43.29		
7	130	03	130	03								- 0.01			+ 365.32	+ 277.88
		-0.5			80	54	CB	80	54	67.81	+ 10.71	+ 66.96	+ 10.71	+ 66.95		
5	92	11.5	92	11											+ 376.03	+ 344.83
					168	43										
1																

$$\sum \beta_{изм} = 496^0 57'' ; \sum \beta_{теор} = \alpha_{2-3} - \alpha_{5-1} + 180^0(n - 2) = 496^0 56'; \sum \beta_{испр} = 496^0 56' \qquad \sum d_i = 244.71 ; \sum \Delta X_{выч} = + 108.15; \sum \Delta X_{теор} = X_5 - X_3 = 108.15; f_x = +0.00; \sum \Delta Y_{выч} = + 199.47$$

$$f_{\beta} = \sum \beta_{изм} - \sum \beta_{теор} = + 1'; f_{\beta}^{доп} = \pm 1' \sqrt{n} = 2' \qquad \sum \Delta Y_{теор} = Y_5 - Y_3 = + 199.44; \quad f_y = + 0.03; f_{абс} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm 0.03; f_{отн} = f_{абс} / \sum d_i = 1 / 8100 < 1 / 1000$$

$$\sum \Delta X_{испр} = + 108.15 \qquad \sum \Delta Y_{испр} = + 199.44$$

Т.е.  $\alpha_{\text{нач}} = \alpha_{2-3}$  ;

$\alpha_{\text{кон}}$  = дирекционный угол конечной стороны диагонального хода, которой является сторона 5 – 1 замкнутого хода и поэтому  $\alpha_{\text{кон}} = \alpha_{5-1}$ ;

$n = 4$  – количество углов диагонального хода.

Значения  $\alpha_{2-3}$  и  $\alpha_{5-1}$  должны быть вписаны в графы 6 и 7 ведомости вычисления координат вершин разомкнутого теодолитного хода (табл. 8).

Формула (15) используется в том случае, когда  $\alpha_{2-3} > \alpha_{5-1}$ . Если же  $\alpha_{2-3} < \alpha_{5-1}$ , то теоретическая сумма углов диагонального хода вычисляется по формуле

$$\sum \beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{нач}} - \alpha_{\text{кон}} + 180^0 * n. \quad (16)$$

В-четвертых, дирекционные углы сторон диагонального хода вычисляются также последовательно по формуле (5), но начиная со стороны 3 – 6 :  $\alpha_{3-6} = \alpha_{2-3} + 180^0 - \beta_3'$ , где  $\beta_3'$  - правый по ходу исправленный угол между стороной 2 – 3 замкнутого теодолитного хода и стороной 3 – 6 диагонального хода. После определения  $\alpha_{7-5}$  для контроля необходимо вычислить  $\alpha_{5-1} = \alpha_{7-5} + 180^0 - \beta_5'$ , где  $\beta_5'$  - правый по ходу исправленный угол, образованный стороной 7 – 5 диагонального хода и стороной 5 – 1 замкнутого теодолитного хода. Полученное значение  $\alpha_{5-1}$  должно быть равным значению  $\alpha_{5-1}$ , вычисленному при обработке замкнутого теодолитного хода (табл. 5).

В-пятых, для разомкнутого теодолитного хода, каковым является диагональный ход, теоретические суммы приращений координат не равны нулю и определяются по формулам

$$\begin{aligned} \sum \Delta X_{\text{теор}} &= X_{\text{к}} - X_{\text{н}} \\ \sum \Delta Y_{\text{теор}} &= Y_{\text{к}} - Y_{\text{н}}, \end{aligned} \quad (17)$$

где  $X_{\text{н}}$ ,  $Y_{\text{н}}$ ,  $X_{\text{к}}$ ,  $Y_{\text{к}}$  - прямоугольные координаты начальной и конечной

точек диагонального хода. При этом,  $X_H = X_3$ ,  $Y_H = Y_3$ ,  $X_K = X_5$ ,  $Y_K = Y_5$ .

В связи с этим, из табл. 5 в табл. 8 переносятся значения координат вершин 3 и 5 замкнутого теодолитного хода и вычисляются теоретические суммы приращений координат для диагонального хода.

Вычисление и уравнивание приращений координат для диагонального хода выполняются аналогично вычислениям в замкнутом ходе. Только допускаемая относительная невязка в приращениях координат принимается равной  $1 / 1000$ .

Контролем правильности определения координат вершин диагонального хода является получение в конце вычислений известных координат конечной точки хода, т.е. координат вершины 5 замкнутого хода.

#### **4. Составление контурного плана участка местности**

Составление плана необходимо начинать с вычерчивания координатной сетки размером 10 см х 10 см, что в масштабе 1: 1000 соответствует 100 м х 100м. Для построения сетки необходимо использовать лист плотной бумаги (ватман) формата А2. Вначале следует провести твердым (Т, 2Т) остро отточенным карандашом с использованием металлической линейки диагонали чертежного листа. От точки пересечения на диагоналях отложить равные отрезки. Соединив концы отрезков, получить прямоугольник. Внутри прямоугольника построить сетку квадратов со стороной 10см. На границах координатной сетки допускается уменьшать размеры разбиваемых фигур до 5см (в масштабе 1: 1000 соответствует 50м). В этом случае при разбивке сетки получают совокупность квадратов и прямоугольников. Для определения требуемого количества квадратов необходимо из ведомости координат замкнутого теодолитного хода (табл. 5) выбрать граничные (максимальные и минимальные) значе-

ния абсцисс и ординат и согласно им установить количество квадратов сетки по осям координат и оцифровать координатную сетку. Так, например, если  $X_{\text{макс}} = 479.36\text{м}$ ,  $X_{\text{мин}} = 162.14\text{м}$ ,  $Y_{\text{макс}} = 457.38\text{м}$  и  $Y_{\text{мин}} = 95.48\text{м}$ , чтобы все вершины теодолитных ходов (замкнутого и диагонального) расположились в границах координатной сетки и лист формата А2 был достаточен для построения координатной сетки, по оси  $X$  необходимо начинать оцифровку сетки со 150м и закончить на 500м, а по оси  $Y$  начинать с 0м и закончить на 500м. Т.о., по оси  $X$  необходимо иметь 3,5 квадрата с абсциссами 150, 200, 300, 400, 500м, а по оси  $Y$  5 квадратов с ординатами 0, 100, 200, 300, 400, 500м. Учитывая размеры выбранного чертежного листа, следует вдоль короткой стороны листа направлять ось  $X$ , а вдоль длинной - ось  $Y$ . Положительное направление оси  $X$  принимается снизу вверх (с юга на север), а оси  $Y$  - слева направо (с запада на восток) (см. рис. 11). Внешняя рамка плана должна располагаться от края чертежного листа на расстоянии не менее 20мм сверху чертежа и 40мм – внизу чертежа, что необходимо для размещения на чертеже его названия, масштаба, высоты сечения рельефа и другой информации. Завершив построение координатной сетки, убрать с чертежа все вспомогательные линии и цифры, оставив лишь необходимые для дальнейшего составления плана.

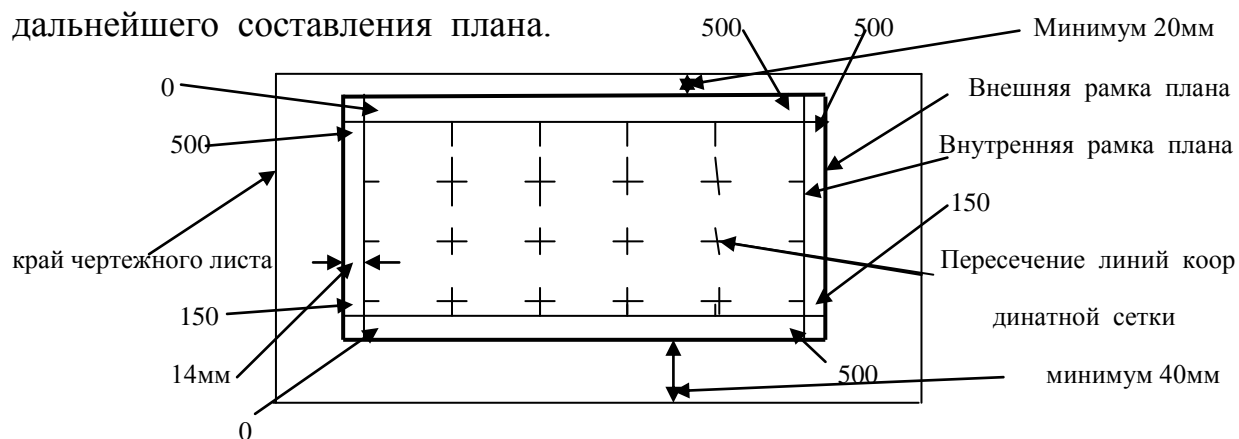


Рисунок 11

В том числе сохраняют значения координат в углах сетки (на рис. 11 по оси абсцисс 150м и 500м, а по оси ординат - 0м и 500м).

Точность построения координатной сетки проверяется измерением сторон и диагоналей квадратов и прямоугольников. Ошибка построения не должна превышать 0.2мм.

Далее по координатам (табл. 5 и 8) на план наносятся вершины замкнутого и диагонального теодолитных ходов. Вершины соединяются тонкими линиями (они впоследствии будут удалены) и выполняется измерение их длин. Отклонения полученных длин от горизонтальных проложений сторон съемочных ходов (графа 11 табл. 5 и 8) не должны превышать 0,2мм. На плане транспортиром измеряются также румбы сторон теодолитных ходов. Полученные значения величин румбов и их названия должны соответствовать вычисленным углам ориентирования сторон теодолитных ходов (графы 8,9,10 табл. 5 и 8).

Заключительным этапом составления контурного плана является нанесение на план элементов ситуации местности по данным абрисов съемки (рис. 2 – 9) от сторон и вершин теодолитных ходов объектов и контуров местности, т.е. изображение на плане ситуации. Съемка ситуации выполнена методами: перпендикуляров, полярных координат, угловых или линейных засечек, створов. Результаты измерений элементов привязки (расстояний и углов) и размеров объектов местности, приведенные на абрисах, используются для наложения на план элементов ситуации. Нанесение объектов на план выполняется последовательно: сначала изображаются объекты и контуры, приведенные на рис. 2, затем на рис.3 и т. д.

При изображении на плане ситуации следует иметь ввиду, что:  
- ширина дороги с асфальтовым покрытием на плотине составляет 4.5м;

- ширина плотины по гребню и дамб равна 9м;
- плотина земляная;
- крутизна откосов плотины и дамб составляет 1 : 1.5;
- диаметр водосбросных труб (их две) равен 1.0м;
- уклон водосбросных труб  $i = 0.2$ ;
- превышение гребня плотины над уровнем воды в пруду  $h = 1.0\text{м}$ ;
- глубина пруда у входного отверстия водосбросной трубы равна 2.5м.

Завершается построение контурного плана удалением с плана вспомогательных линий и оформление плана условными знаками, утвержденными для топографических планов масштаба 1 : 1000 .

## **5.Вычислительная обработка результатов нивелирования высотного съёмочного обоснования**

В задании на выполнение РГР высотное съёмочное обоснование представлено замкнутым нивелирным ходом, проложенным через вершины замкнутого и диагонального теодолитных ходов (рис.12).

Вычисления в журнале нивелирования (табл. 9) следует начинать с определения для каждой станции нивелира пяточных разностей, которые не должны отличаться более чем на 5мм от начального отсчета по красной стороне нивелирных реек (равен 4700мм). Пяточная разность для станции вычисляется по задним отсчетам (графа 3 журнала) и по передним отсчетам (графа 4 журнала) как разность красного и черного отсчетов. В журнале приведены примеры определения пяточных разностей для 1 – й станции нивелира. Аналогично необходимо вычислить пяточные разности для всех остальных станций нивелира.

Далее следует вычислить превышения для всех станций прибора (графа 5 журнала) как разность заднего и переднего отсчетов  $h=З - П$ .

## Схема

высотного съёмочного обоснования тахеометрической съёмки местности

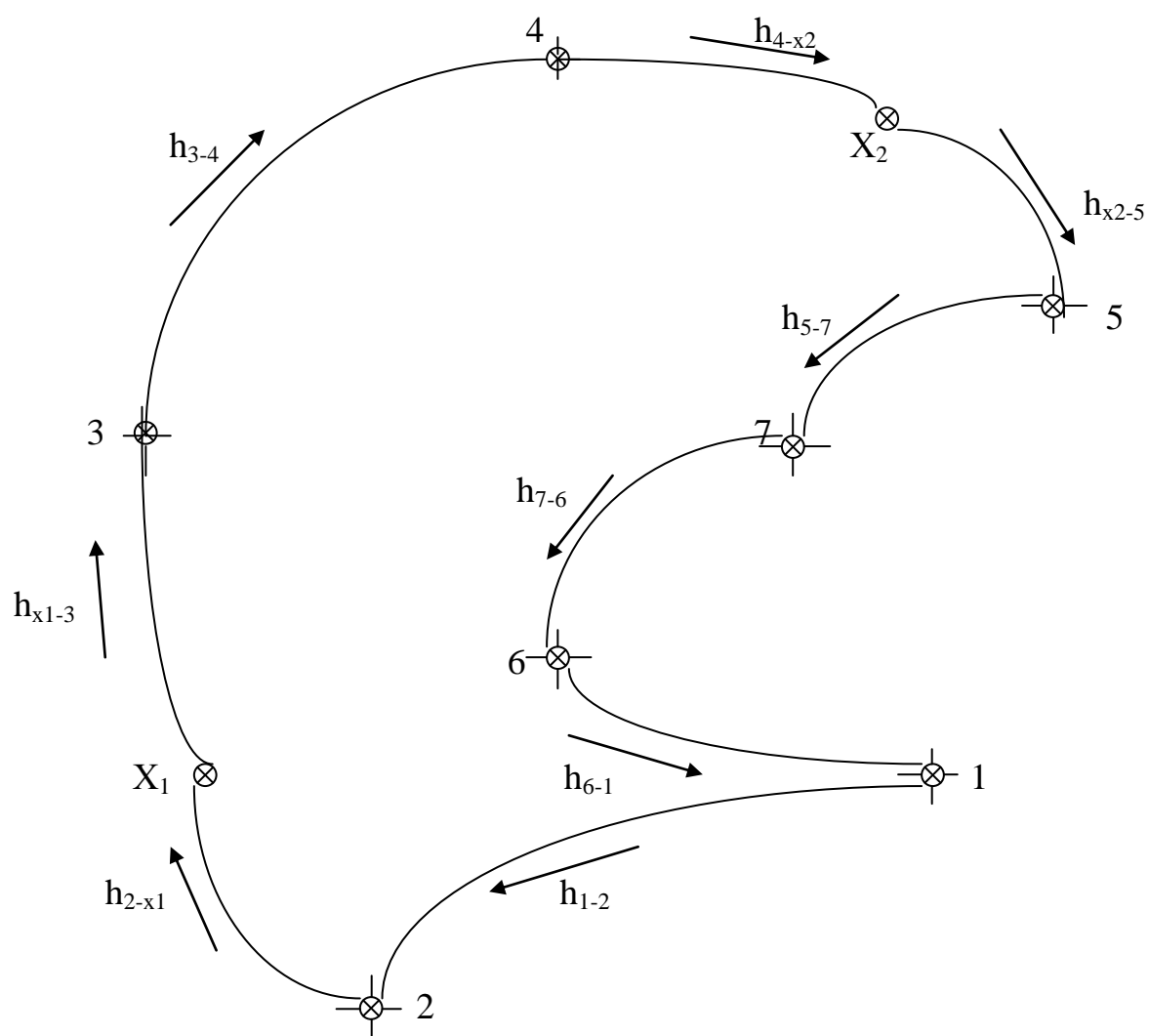


Рисунок 12

Таблица 9

## Журнал

## технического нивелирования съёмочного хода

Номера станций	Номера точек	Отсчеты по рейке, мм		Превышения, мм			Отметки точек, м
		задний	передний	вычисленные	средние	исправленные	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	1234		- 1065 - 1063	- 2 - 1064	- 1066	86.274
		5934					
	2	4700					85.208
II	2	0252					85.208
		4953					
	X <sub>1</sub>						
III	X <sub>1</sub>	0469					
		5171					
	3						
IV	3	1413					
		6113					
	4						
V	4	2789					
		7493					
	X <sub>2</sub>						

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7	8
VI	X <sub>2</sub>	2844	0428 5127				
		7541					
	5						
VII	5	1209	1971 6673				
		5909					
	7						
VIII	7	1557	1277 5976				
		6258					
	6						
IX	6	2729	0590 5292				86.274
		7427					
	1						

$$\sum h_{\text{выч}} = \text{мм} \quad \sum h_{\text{ср}} = \text{мм} \quad \sum h_{\text{испр}} =$$

$$\sum 3 = \quad ; \quad \sum \Pi = \quad ; \quad \frac{\sum 3 - \sum \Pi}{2} = \sum h_{\text{выч}} / 2 = \sum h_{\text{ср}}$$

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} = \text{мм}; \quad f_h^{\text{доп}} = \pm 10 \text{мм} \sqrt{n} = \text{мм}$$

Вычислял

Иванов И.И.

Превышения определяются дважды - по черным отсчетам и красным отсчетам. Расхождение вычисленных превышений на станции должно равняться расхождению пяточных разностей для той же станции. Так, расхождение пяточных разностей для 1 – й станции (см. журнал нивелирования) составляет  $4700 - 4698 = 2\text{мм}$  и расхождение вычисленных превышений для этой же станции равняется  $1065 - 1063 = 2\text{мм}$ .

Если расхождение вычисленных превышений составляет не более 5мм, из двух превышений вычисляется среднее (графа 6 журнала). Среднее превышение определяется с точностью до миллиметра. В том случае, когда среднее превышение получается с долями миллиметра, его следует округлить до ближайшего четного значения. Например, вычисленные превышения равны +1233мм и +1236мм. Среднее превышение в этом случае равно +1234.5мм и его необходимо округлить до +1234мм.

После вычисления средних превышений выполняется постраничный контроль вычислений. Для этого вычисляются сумма всех задних отсчетов (графа 3 журнала без учета пяточных разностей) -  $\sum Z$ , сумма всех передних отсчетов (графа 4 без учета пяточных разностей) -  $\sum П$ , алгебраическая суммы вычисленных и средних превышений (графы 5, 6) -  $\sum h_{\text{выч}}$  и  $\sum h_{\text{ср}}$ . Если вычисления в журнале нивелирования выполнены без ошибок, то должны соблюдаться следующие равенства:  $(\sum Z - \sum П) / 2 = \sum h_{\text{выч}} / 2 = \sum h_{\text{ср}}$ .

Получив положительный результат в итоге выполнения постраничного контроля, далее следует определить невязку в превышениях нивелирного хода

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - \sum h_{\text{теор}}, \quad (18)$$

где  $\sum h_{\text{теор}}$  - теоретическая сумма превышений в нивелирном ходе.

Для замкнутого хода  $\sum h_{\text{теор}} = 0$ . Следовательно,  $f_h = \sum h_{\text{ср}}$ . Эта невязка

$$\text{сравнивается с допускаемой } f_h^{\text{доп}} = \pm 10 \text{ мм } \sqrt{n}, \quad (19)$$

где  $n$  - количество станций нивелира в ходе.

Если  $f_h \leq f_h^{\text{доп}}$ , необходимо вычислить поправки в средние превышения

$$V_{hi} = - f_h / n. \quad (20)$$

Поправки необходимо вычислять с точностью до миллиметра и их сумма должна равняться невязке с обратным знаком, т.е.  $\sum V_{hi} = - f_h$ . Поэтому из-за округлений поправки в отдельные средние превышения могут различаться на 1мм. Например,  $f_h = - 25 \text{ мм}$  и  $n = 11$ . В этом случае  $V_{hi} = +25 / 11 = 2.3 \text{ мм}$  и, следовательно, для восьми средних превышений поправки должны быть равны +2мм, а для остальных трех +3мм. При таком распределении невязки сумма поправок будет равна:  $\sum V_{hi} = 8 \times 2 \text{ мм} + 3 \times 3 \text{ мм} = 25 \text{ мм}$ . Поправки записывают в журнале нивелирования над средними превышениями.

Далее, суммируя средние превышения с их поправками, определяют исправленные превышения

$$h_i^{\text{испр}} = h_i^{\text{ср}} + V_{hi}. \quad (21)$$

Сумма исправленных превышений должна равняться нулю  $\sum h_i^{\text{испр}} = 0$ .

Вычисление отметок точек высотного съемочного обоснования необходимо начинать с определения отметки первой точки (станция 1 замкнутого теодолитного хода) по одной из формул

$$1 \text{ –й вариант } H_1 = 1.36 N + 87.246, \text{ м}$$

$$2 \text{ –й вариант } H_1 = 3.81 N + 149.452, \text{ м}$$

$$3 \text{ –й вариант } H_1 = 5.63 N + 208.147, \text{ м}$$

$$4 \text{ –й вариант } H_1 = 7.25 N + 111.368, \text{ м}$$

$$5 \text{ –й вариант } H_1 = 9.14 N + 174.579, \text{ м}$$

$$6 \text{ –й вариант } H_1 = 11.79 N + 56.981, \text{ м}$$

где  $N$  – номер студента по журналу группы.

Вариант для вычисления отметки начальной точки нивелирного хода задает преподаватель. Отметки всех последующих точек хода вычисляются следующим образом

$$H_{\text{посл}} = H_{\text{пред}} + h_i^{\text{испр}}, \quad (22)$$

где  $h_i^{\text{испр}}$  - исправленное превышение последующей точки хода над предыдущей.

В журнале нивелирования приведен пример вычисления отметки второй точки хода.

Контролем правильности определения отметок точек нивелирного хода является получение в конце вычислений известной отметки первой точки хода.

## **6.Вычислительная обработка результатов тахеометрической съемки**

Тахеометрическая съемка характерных точек ситуации, контуров и рельефа (съемочных пикетов, речных точек) выполнялась с вершин замкнутого теодолитного хода (со станций 3,4,5,2) способом полярных координат.

Предварительно, после установки теодолита на станции в рабочее положение, измерялась высота прибора ' $i$ ', определялось МО и горизонтальный круг теодолита ориентировался по одной из сторон теодолитного хода. Так, на станции 3 горизонтальный круг ориентировался по стороне (3 – 2) и поэтому отсчет по этому кругу при визировании на станцию 2 равен нулю (см. журнал тахеометрической съемки, табл. 10).

Далее вращением алидады осуществлялось визирование на рейку, установленную на съемочном пикете (высота наведения ' $I$ ' фиксировалась в графе 7 журнала) и производились отсчеты по горизонтальному кругу

Таблица 10

## Журнал тахеометрической съемки местности

Номера реечных точек и вершин теодолит ного хо- да	Дально- мерное рассто- яние D, м	Отсчеты по		Угол наклона $\gamma$	Горизон- тальное проложе- ние, м $d=D*\cos^2\gamma$	Высота наведе- ния, l, м	Превыще- ние $h=D/2*sin2\gamma + i - l$	Отметка точки, м	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Станция 3. Теодолит 4Т30. МО = +1'. Высота прибора i = 1.43 м. Высота станции Н <sub>ст</sub> = 80.34 м.									
Ст.2		0° 00'							
1	43.78	109° 30'	- 1° 09'	- 1° 10'	43.76	1.43	- 0.89	79.45	рельеф
2	31.08	182° 25'	- 1° 51'			1.43			рельеф
3	53.74	212° 20'	- 1° 50'			1.43			урез воды
4	51.90	232° 50'	- 0° 28'			2.10			рельеф
5	71.46	238° 25'	- 1° 23'			1.43			урез воды
6	79.95	249° 40'	- 0° 31'			1.43			ось дороги на дамбе
7	46.76	258° 30'	+ 1° 37'			2.50			ось дороги
8	85.58	298° 00'	+ 2° 00'			1.43			угол отмотки
9	49.93	309° 00'	+ 2° 21'			1.43			ось дороги
10	71.73	335° 05'	+ 2° 23'			1.43			редьеф
11	108.99	336° 55'	+ 2° 09'			1.43			забор
12	58.28	148° 45'	- 1° 06'			2.00			урез воды
Станция 4. Теодолит 4Т30. МО = 00'. Высота прибора i = 1.50 м. Высота станции Н <sub>ст</sub> = 79.97 м									
Ст. 3		0° 00'							
13	56.20	21° 20'	- 1° 06'			1.50			рельеф
14	85.43	36° 30'	- 0° 15'			1.50			ось дороги на плотине
15	68.98	39° 50'	- 4° 03'			1.50			урез воды
16	100.15	52° 23'	+ 0° 13'			2.30			ось дороги на дамбе
17	24.54	58° 35'	- 4° 58'			1.50			рельеф
18	46.13	274° 50'	+ 2° 08'			1.50			угол КН
19	56.56	290° 40'	+ 3° 09'			2.50			угол КЖ
20	78.38	298° 45'	+ 2° 27'			1.50			угол спорт. площадки
21	34.63	299° 20'	+ 1° 42'			1.50			колодец

продолжение табл. 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	98.65	319° 35'	+ 2° 08'			1.50			угол спорт. площадки
23	70.58	324° 05'	+ 2° 13'			2.00			угол спорт. площадки
24	80.48	340° 00'	+ 1° 17'			1.50			рельеф
Станция 5. Теодолит 4Т30. МО = 00'. Высота прибора i = 1.45 м. Высота станции Н <sub>ст</sub> = 84.62 м.									
Ст. 1		0° 00'							
25	65.16	4° 15'	+ 0° 37'			1.45			угол КН
26	47.64	16° 50'	+ 0° 32'			1.45			угол КЖ
27	105.17	21° 20'	+ 0° 26'			1.45			рельеф
28	72.66	31° 45'	+ 0° 56'			2.20			рельеф
29	97.75	44° 30'	+ 0° 07'			1.45			рельеф
30	64.09	46° 40'	+ 0° 03'			1.45			рельеф
31	111.94	36° 00'	+ 0° 46'			2.50			забор
32	37.08	56° 40'	- 0° 15'			1.45			рельеф (сад)
33	107.60	59° 30'	- 0° 08'			1.45			угол КЖ
34	89.40	64° 45'	- 0° 15'			1.45			рельеф (виноградник)
35	56.00	71° 15'	- 0° 29'			1.45			угол КН
36	38.82	80° 40'	+ 0° 27'			2.30			забор
37	51.13	103° 10'	- 1° 28'			1.45			рельеф (сад)
38	72.10	110° 00'	- 1° 44'			1.45			забор
Станция 2. Теодолит 4Т30. МО = - 01'. Высота прибора i = 1.40 м. Высота станции Н <sub>ст</sub> = 85.21 м.									
Ст. 3		0° 00'							
39	68.20	16° 00'	- 1° 15'			1.40			рельеф (огород)
40	46.93	39° 40'	- 0° 41'			1.40			рельеф (огород)
41	83.35	57° 25'	- 0° 15'			1.40			рельеф (огород)
42	55.02	75° 50'	+ 0° 01'			1.40			угол забора
43	77.64	80° 00'	+ 0° 05'			1.40			рельеф (огород)
44	76.14	107° 50'	+ 0° 53'			2.00			забор
45	39.51	114° 20'	+ 0° 25'			1.40			ось дороги

(полярный угол, графа 3 журнала), вертикальному кругу (графа 4) и дальномеру (графа 2).

Обработку результатов тахеометрической съемки следует начинать с определения угла наклона луча визирования при наблюдении конкретного съемочного пикета (графа 5 журнала) по формуле

$$\gamma = \text{КЛ} - \text{МО}, \quad (23)$$

где КЛ - отсчет по вертикальному кругу при положении «круг лево» (графа 4 журнала).

Горизонтальное проложение линии, соединяющей станцию, где расположен теодолит, и съемочный пикет (полярное расстояние, графа 6) необходимо определять по формуле

$$d = D * \cos^2 \gamma, \quad (24)$$

где D - дальномерное расстояние (графа 2 журнала).

Расстояния вычисляют с точностью до сотых долей метра.

Далее необходимо определять также с точностью до сотых долей метра превышения съемочных пикетов над вершиной теодолитного хода, с которой выполнена съемка

$$h = 0.5 D * \sin 2\gamma + i - l \quad (25)$$

или

$$h = d * \operatorname{tg} \gamma + i - l. \quad (26)$$

Заключительным вычислительным действием в тахеометрическом журнале является определение отметок съемочных пикетов

$$H_{\text{пикета}} = H_{\text{станции}} + h. \quad (27)$$

## **7. Наложение съемочных пикетов на контурный план местности**

Для наложения реечных точек на план необходимо иметь транспор-  
тир для откладывания полярных углов, стальную линейку для отклады-

вания полярных расстояний и остро заточенный твердый карандаш. Пример наложения точки 1 показан на рис. 13. Аналогично последовательно определяется положение на плане всех других речных точек. На плане слева от точки указывается ее номер, а справа – высота с точностью до десятых долей метра.

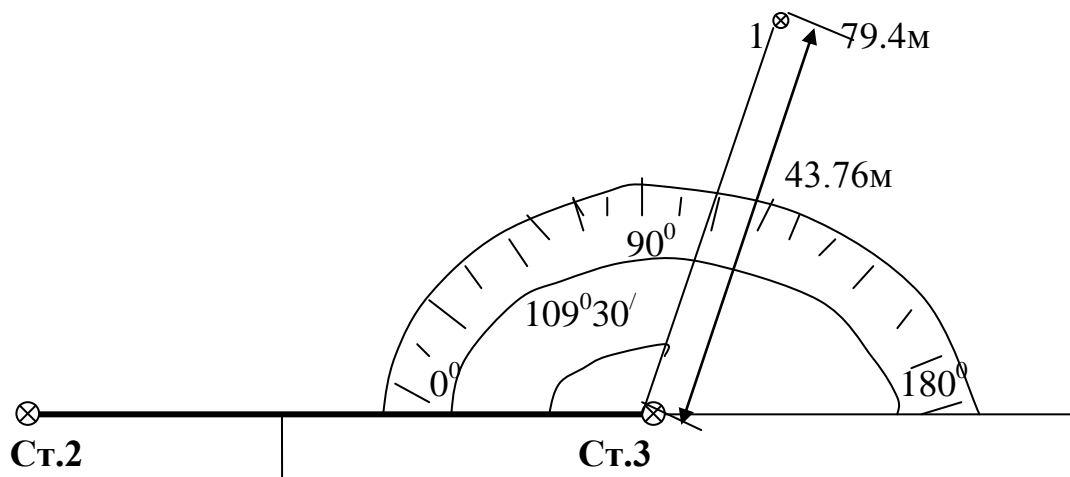


Рисунок 13

### 8. Рисовка рельефа на плане

После нанесения на план всех съемочных пикетов, отметок станций съемочного обоснования и речных точек необходимо изобразить рельеф местности горизонталями с высотой сечения 1м. Для этого, используя абрисы тахеометрической съемки (рис.14,15,16), на плане проводятся тонкие вспомогательные линии между точками, которые на абрисах соединены линиями со стрелками. Эти линии указывают направление равного ската местности (постоянного угла наклона земной поверхности), а стрелки указывают направление понижения местности. Далее на этих линиях способом графического интерполирования отметок точек (с помощью палетки) определяется положение следов горизонталей с отметкой кратной 1м. На рис. 17 изображен пример определения положения

Абрис тахеометрической съемки местности со станции 2 теодолитного  
хода

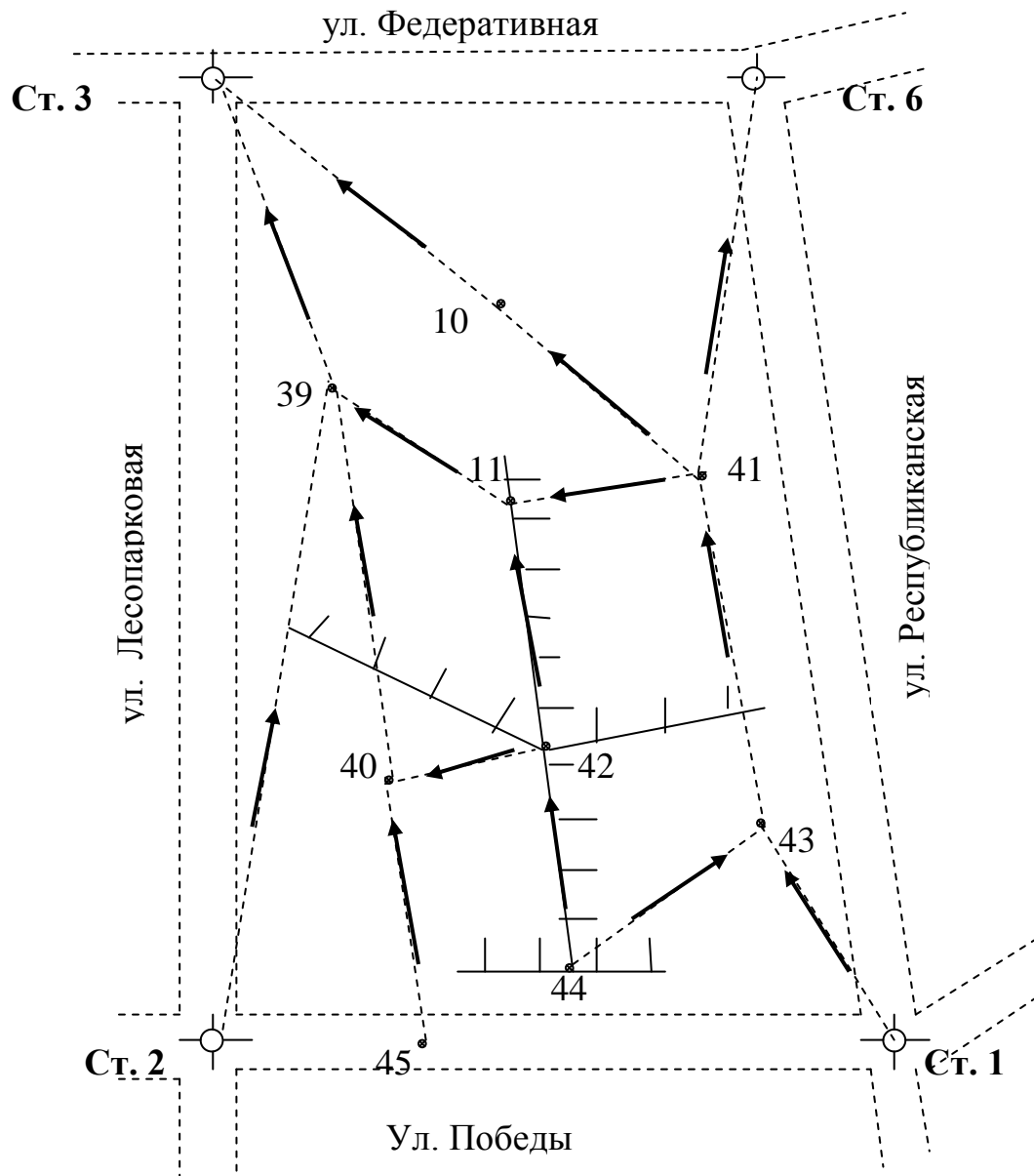


Рисунок 14

## Абрис

тахеометрической съемки местности со станции 5

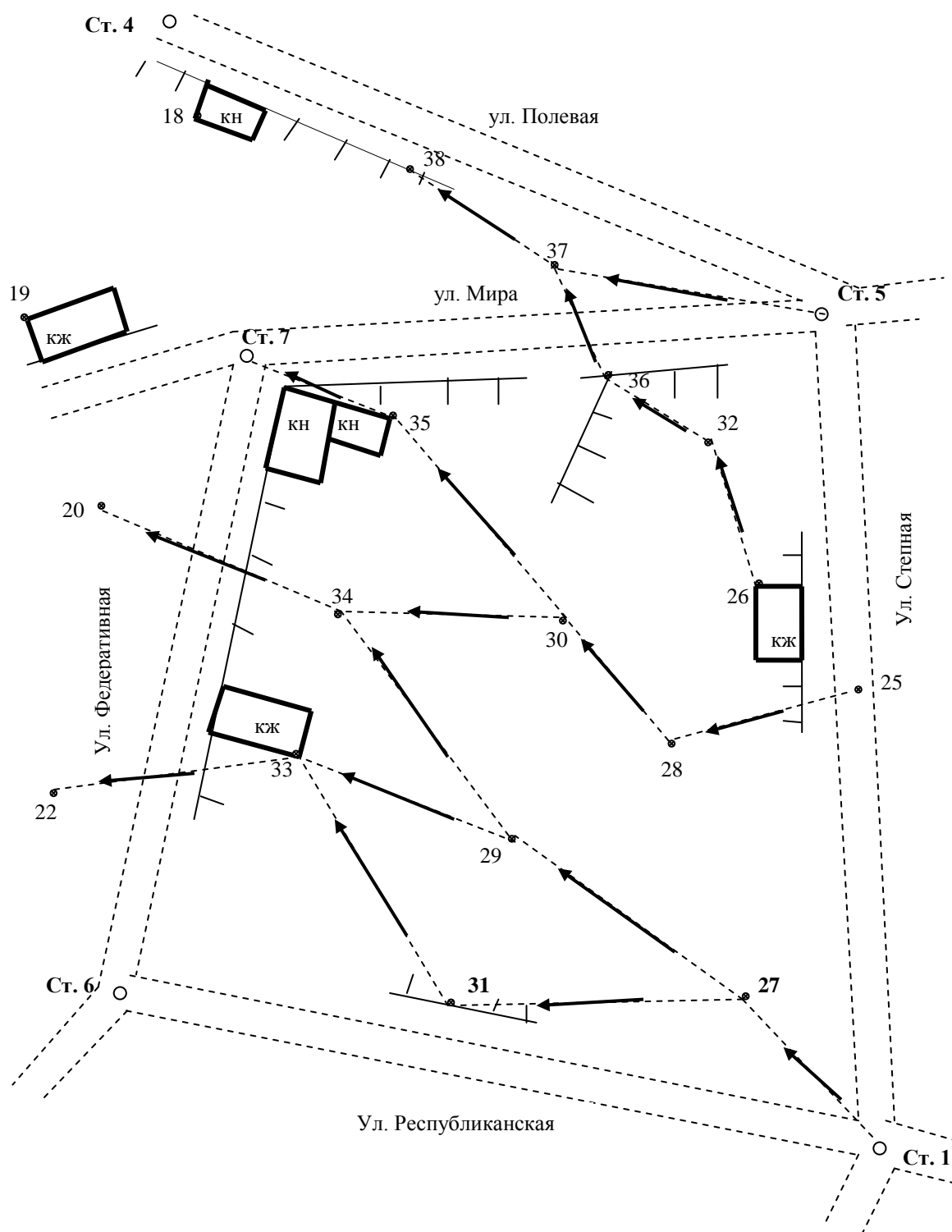


Рисунок 15

Абрис тахеометрической съемки местности со станций 3 и 4

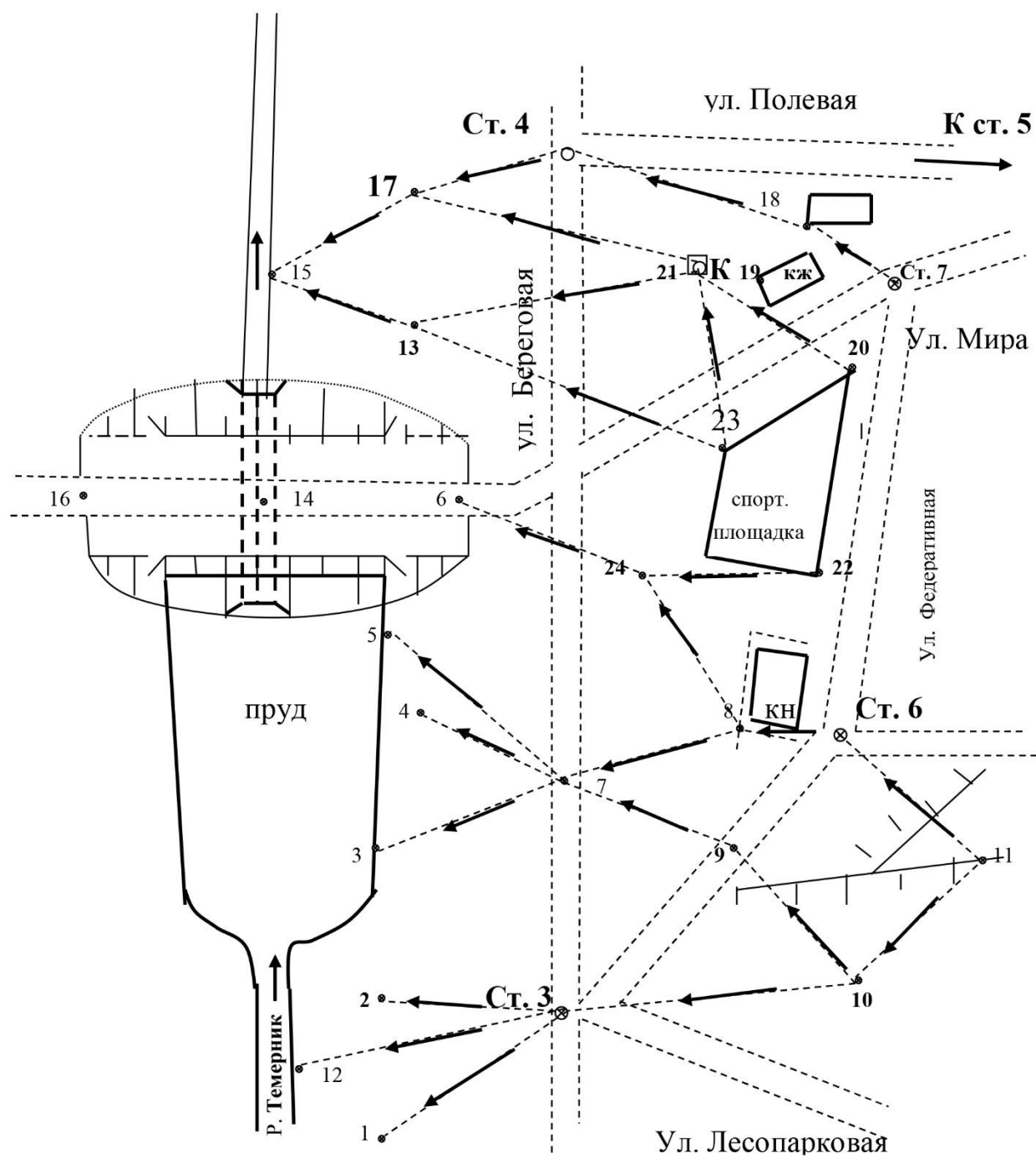


Рисунок 16

следа горизонтали на линии, соединяющей станцию 3 и речную точку 1. Между этими точками может располагаться только след одной горизонтали с отметкой  $H_{\text{гориз}} = 80\text{м}$ . Точка пересечения линии палетки, отметка которой 80м, с линией (ст.3 – т.1) на плане прокалывается иглой ножки циркуля и на плане указывается отметка 80м.

Подобным образом определяется положение следов горизонталей на всех проведенных на плане вспомогательных линиях и затем точки с одинаковыми отметками соединяются плавными кривыми. Через контуры зданий и сооружений горизонтали не проводятся. На плане указываются отметки, кратные 5м. Отметки указываются в разрывах горизонталей так, чтобы верх цифры был направлен в сторону повышения рельефа.

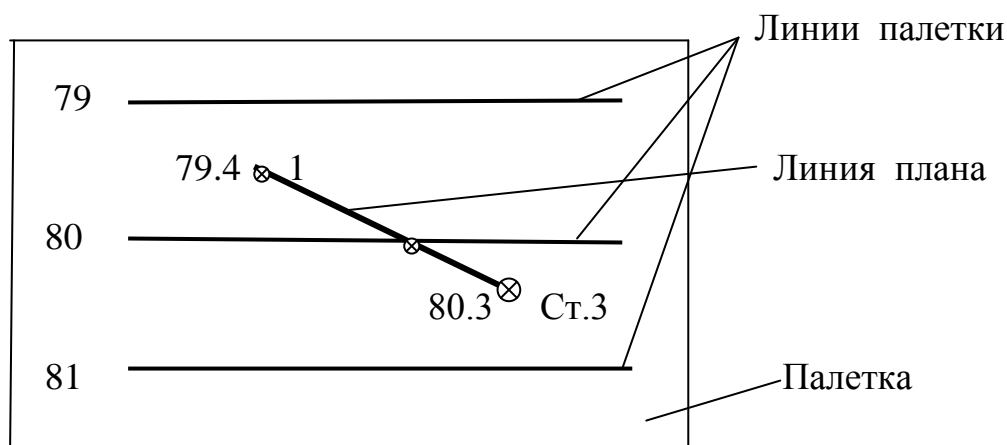


Рисунок 17

## 9. Оформление плана

Предварительно с топоплана, составленного в карандаше, удаляются вспомогательные линии, проведенные между речными точками и вершинами теодолитных ходов для определения положения на плане следов горизонталей, а затем все элементы плана (рамки, координатная сетка, здания, дороги, плотина, дамбы, огороды и т.д.), а также горизонтали

изображаются тушью в соответствии с действующими правилами и условными знаками для топографических планов масштаба 1 : 1000.

Для оформления плана необходимо иметь:

- ручку для рисования лайнер (Liner) или изограф (Rotring) диаметром 0,15мм и 0.3мм с черной тушью;
- ручку для рисования лайнер или изограф диаметром 0.1мм и 0.25мм с коричневой тушью;
- ручку для рисования или изограф диаметром 0.15мм – 0.20мм с зеленой тушью.

Зеленой тушью на плане проводят береговую линию реки и пруда, кружки диаметром 1.2мм в точках определения отметок урезов воды и пересечения линий координатной сетки внутри рамки чертежа.

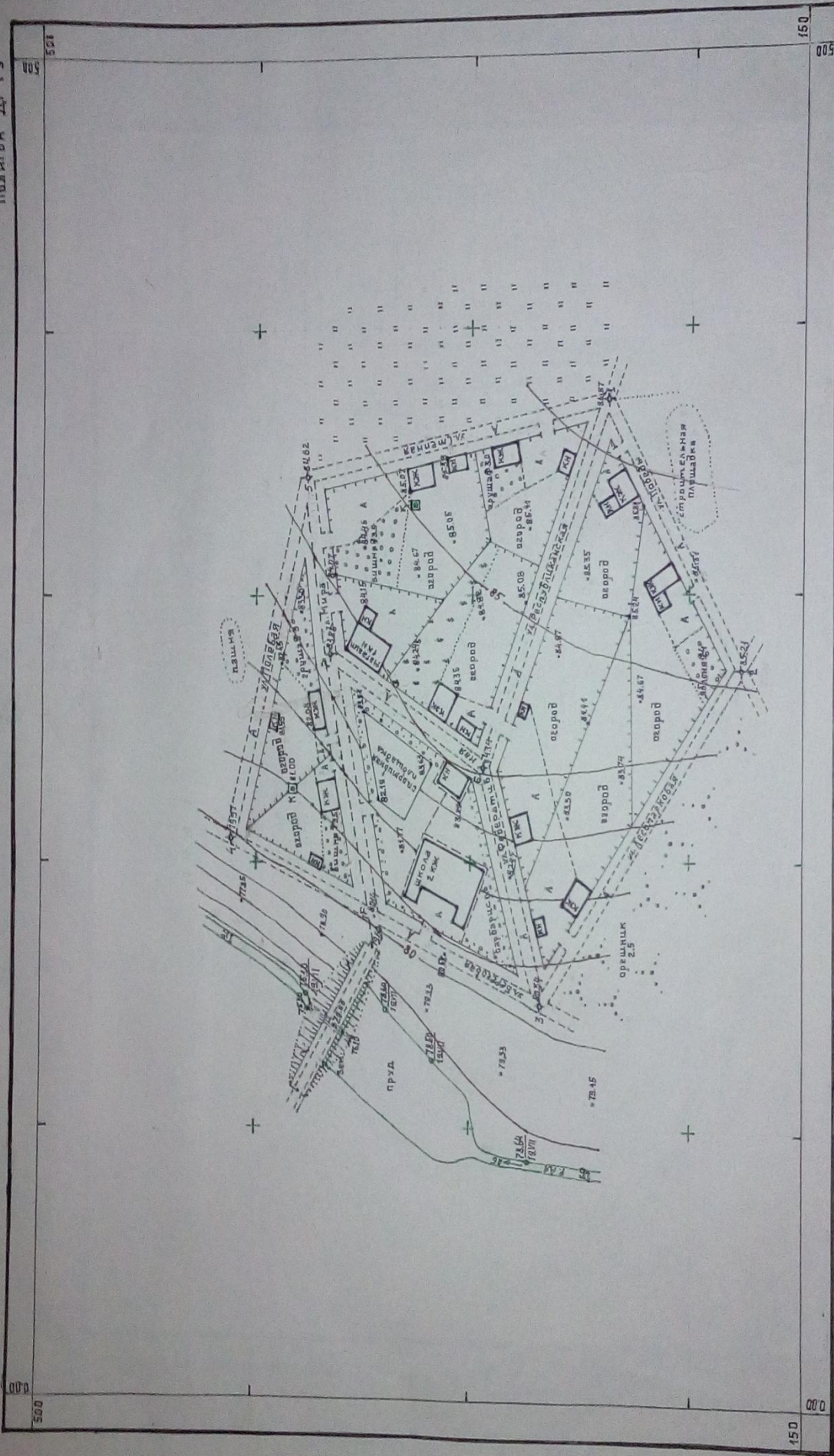
Коричневой тушью вычерчивают горизонтали. При этом, толщина обычных линий составляет 0.1мм, а горизонталей, отметки которых кратны 5м – 0.25мм.

Все остальные элементы плана и зарамочная информация (название плана, масштаб, высота сечения рельефа и т.д.) изображаются черной тушью с толщиной линий 0.15мм, кроме границ проезжей части улиц и автодороги на плотине, толщина которых составляет 0.3мм.

Ростов - на - Дону

План участка местности

Полигон ДГТУ



Составил студент ге.г.к.-109 Иванов И.И.

4:1 000  
В 1 сантиметре 40 метров  
Ориентировано по магнитному азимуту  
Система высот Балтийская

Топоосъемка 2018